



COMUNE DI GENOVA

Completamento degli interventi di messa in sicurezza  
del rio S. Ugo in corrispondenza dei giardini di Via  
Casaccia, a Genova Oregina.

PROGETTO ESECUTIVO

ELENCO ELABORATI

➤ Relazioni

- 11.01.00-E-Gtec- R01 Relazione Tecnica
- 11.01.00-E-Gtec- R02 Relazione Geologica
- 11.01.00-E-Gtec- Allegato A\_ Risultanze Indagini Geognostiche
- 11.01.00-E-Gtec- Allegato B\_ Verifiche di stabilità stato di progetto

➤ Tavole di progetto

- 11.01.00-E-Gtec-01 Planimetria Stato Attuale
- 11.01.00-E-Gtec-02 Planimetria Stato Progetto
- 11.01.00-E-Gtec-03 Sezioni Stato Attuale e Progetto
- 11.01.00-E-Gtec-04 Particolari Progettuali Tipologici
- 11.01.00-E-Gtec-05 Ubicazione delle opere a verde

➤ Documentazione Amministrativa

- 11.01.00-E-Gtec-Da01 Piano di Sicurezza e Coordinamento
- 11.01.00-E-Gtec-Da01.b Analisi e valutazione dei rischi
- 11.01.00-E-Gtec-Da02 Fascicolo con le caratteristiche dell' opera
- 11.01.00-E-Gtec-Da03 Computo Metrico Estimativo
- 11.01.00-E-Gtec-Da04 Cronoprogramma
- 11.01.00-E-Gtec-Da05 Elenco Prezzi
- 11.01.00-E-Gtec-Da06 Quadro Incidenza Mano d'Opera
- 11.01.00-E-Gtec-Da07 Capitolato Speciale
- 11.01.00-E-Gtec-Da08 Quadro Economico

Il Capoprogetto  
Geol. Giuseppe Caggia

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

02	05/2016	SECONDA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
01	11/2015	PRIMA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

# COMUNE DI GENOVA



## AREA TECNICA

Direttore Generale Area Arch. Laura PETACCHI

## DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

Direttore Arch. Mirco GRASSI

## STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA

Responsabile Geol. Giorgio GRASSANO

Committente

-----

Progetto **11.01.00**

CAPO PROGETTO Geol. Giuseppe CAGGIA

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO Geol. Giorgio GRASSANO

Progetto GEOTECNICO - IDROGEOLOGICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Geol. Giuseppe Caggia  
Geol. Antonietta Franzè  
Geom. Enrico Ballarino

Rilievi  
 Responsabile F.D.T. Geom. Ivano Bareggi  
 Collaboratori F.S.T. Geom. Bartolomeo Caviglia  
I.S.T. Dott. Matteo Previtiera

Progetto IDRAULICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Ing. Marianna Reggio

Coordinatore per la Sicurezza (in fase di Progettazione) I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Progetto STRUTTURALE  
 Responsabile ---  
 Collaboratori ---

Verifica accessibilità

Computi metrici e Capitolato F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Altro (Progetto prevenzione incendi)

Altro (Progetto aspetti vegetazionali)

Intervento/Opera

**Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S.Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina**

Municipio Centro Est I

Quartiere Oregina 11

N° prog. tav. -- N° tot. tav. --

Oggetto della tavola

**Relazione tecnica**

Scala -- Data Maggio 2016

Tavola N° **R01**  
**E-G\_Tec**

Livello Progettazione **ESECUTIVO** **GEOTECNICO**

Codice GULP 13937 Codice PROGETTAZIONE 11.01.00 Codice OPERA Codice ARCHIVIO



COMUNE DI GENOVA

Completamento degli interventi di messa in sicurezza  
del rio S.Ugo in corrispondenza dei giardini di via  
Casaccia, a Genova Oregina.

PROGETTO ESECUTIVO

R01

RELAZIONE TECNICA

## 1. GENERALITA'

L'indagine in oggetto si inserisce nell'ambito del progetto di sistemazione idrogeologica e messa in sicurezza della strada e dell'area verde compresa tra via Paleocapa e via Casaccia a Genova Oregina.

A seguito degli eventi alluvionali recenti, porzioni di versante dell'area verde si sono mobilitate compromettendo la stabilità del versante stesso.

Da un punto di vista normativo l'intervento deve essere inquadrato nelle normative tecniche di dell'Ambito 14.

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di studio è ubicata all'interno del centro abitato di Genova, in località Oregina, e risulta compresa tra quota 151.00 m circa di via Paleocapa e quota 166.00 circa di via Casaccia.

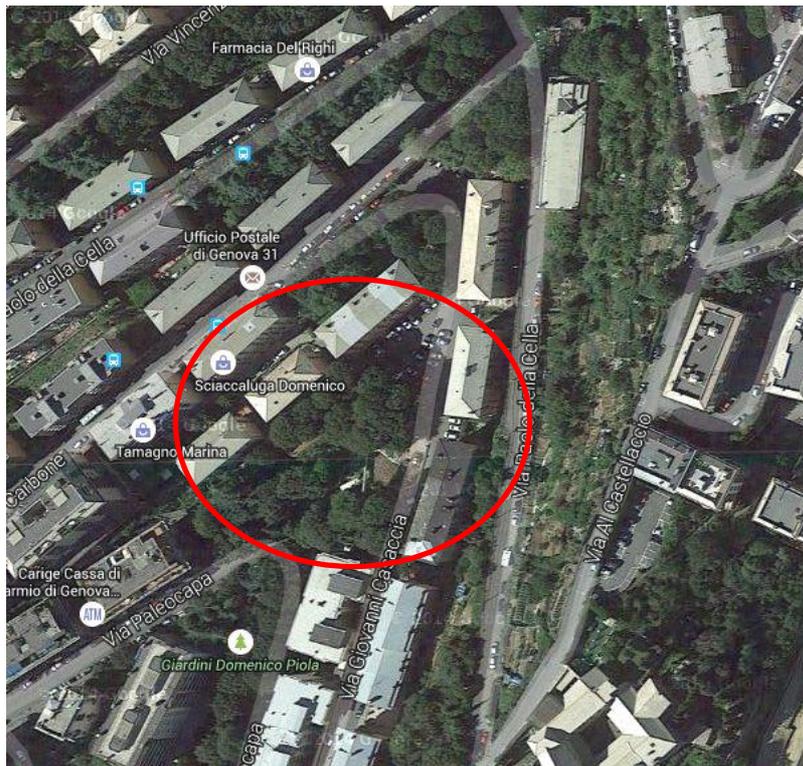


Figura 1 – Foto area della zona di intervento (Google maps).

### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

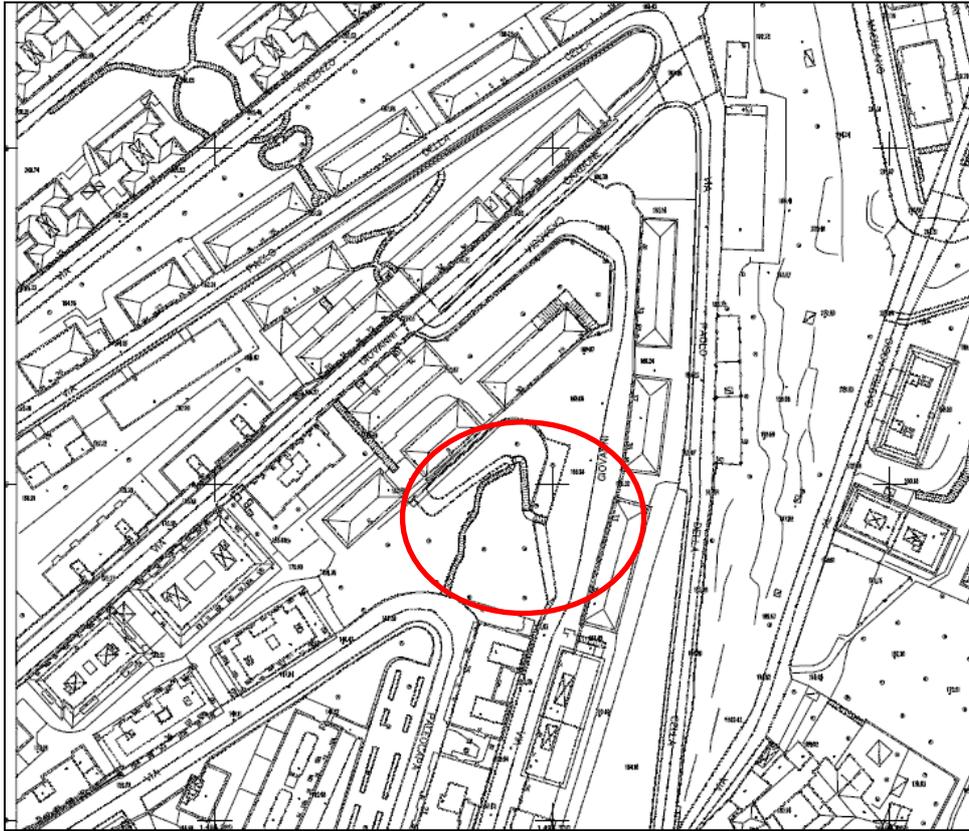


Figura 2 – Corografia dell'area oggetto di studio (stralcio CTC).

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

### 3. QUADRO GEOLOGICO-NORMATIVO

Per quanto riguarda il PUC vigente del Comune di Genova, l'area di intervento risulta essere classificata come zona F Servizi sottozona FF.

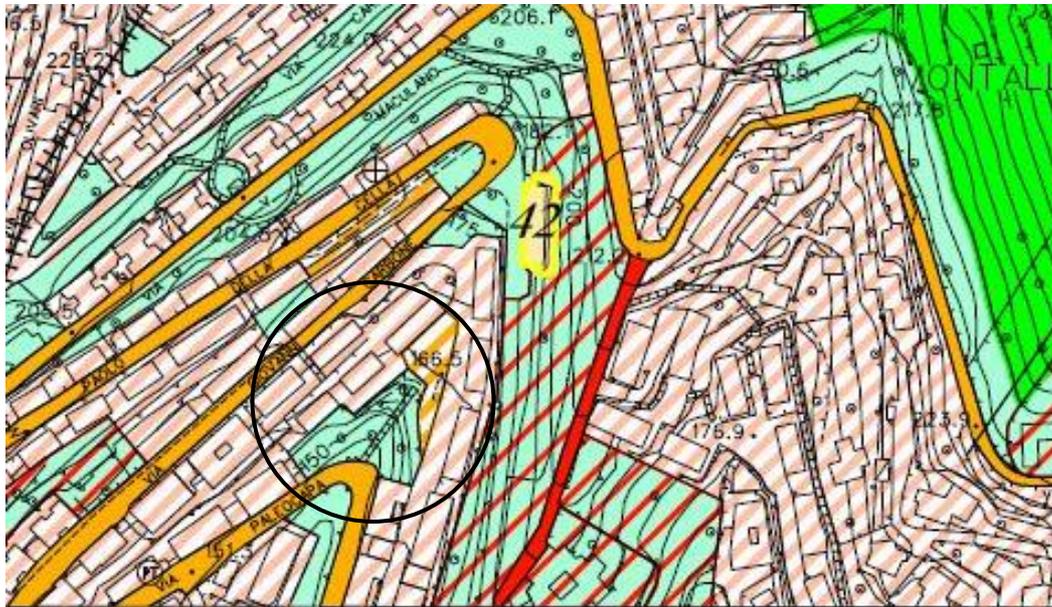


Figura 3 - Stralcio PUC vigente

Per quanto riguarda il PUC del progetto definitivo del Comune di Genova, che opera in salvaguardia l'intervento risulta essere classificato come servizi pubblici territoriali e di quartiere e parcheggi pubblici SIS\_S.

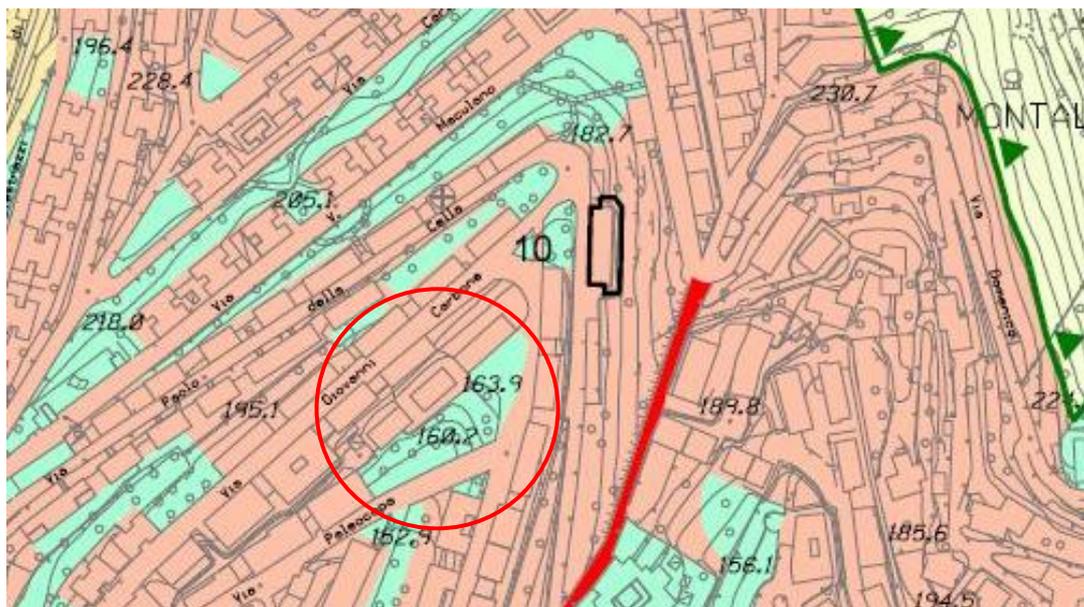


Figura 4 - Stralcio PUC adottato

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

L'area oggetto di intervento, **non ricade** in vincolo paesaggistico.

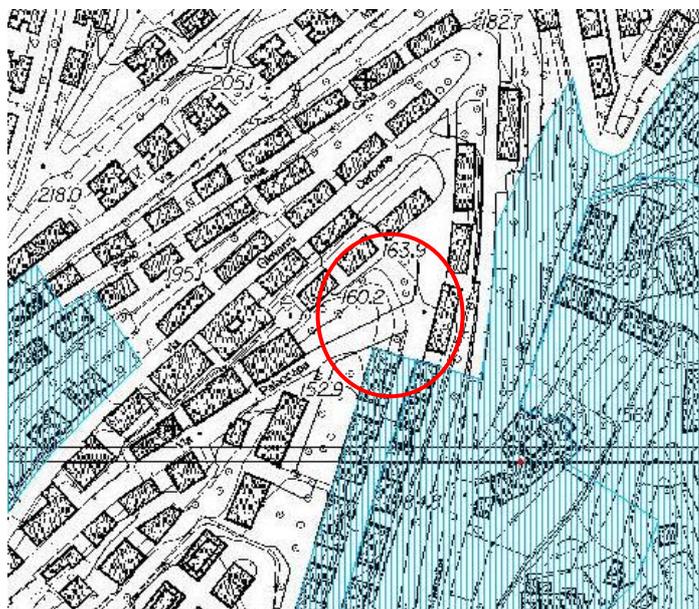


Figura 5 - Stralcio Carta dei Vincoli Paesaggistici

Per quanto concerne la carta di suscettività al dissesto dell'ambito 14 l'intervento risulta classificato Pg1, bassa.



Figura 6 - Stralcio carta Suscettività al dissesto

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Per quanto concerne la carta del rischio dell'Ambito 14 l'area in esame risulta classificata come E3 centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, beni architettonici storici e artistici, principali infrastrutture.



Figura 7 - Stralcio carta degli elementi a rischio

Per quanto riguarda la carta del PUC vigente per la zonizzazione e la suscettività d'uso del territorio, l'intervento rientra nella zona A<sub>β</sub> Area urbanizzate con suscettività d'uso non condizionata.



Figura 8 - Stralcio carta PUC vigente Zonizzazione e suscettività d'uso del territorio.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

A riguardo del PUC adottato del Comune di Genova, per quanto concerne la carta dei vincoli idraulici imposti dai sovraordinati piani di bacino, l'intervento risulta interessato dal reticolo idrografico

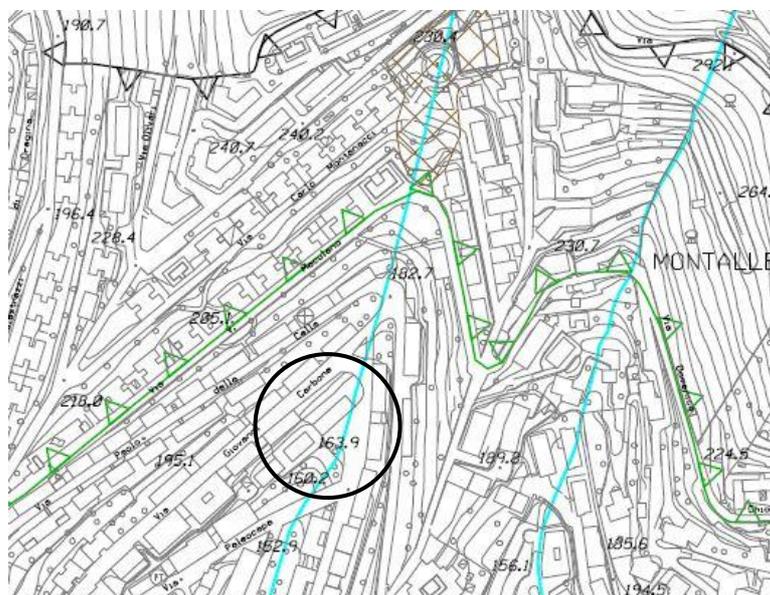


Figura 9 - Stralcio Carta PUC adottato vincoli geomorfologici ed idraulici

L'area d'intervento secondo la carta della zonizzazione geologica ricade in zona C aree con suscettività d'uso limitata.

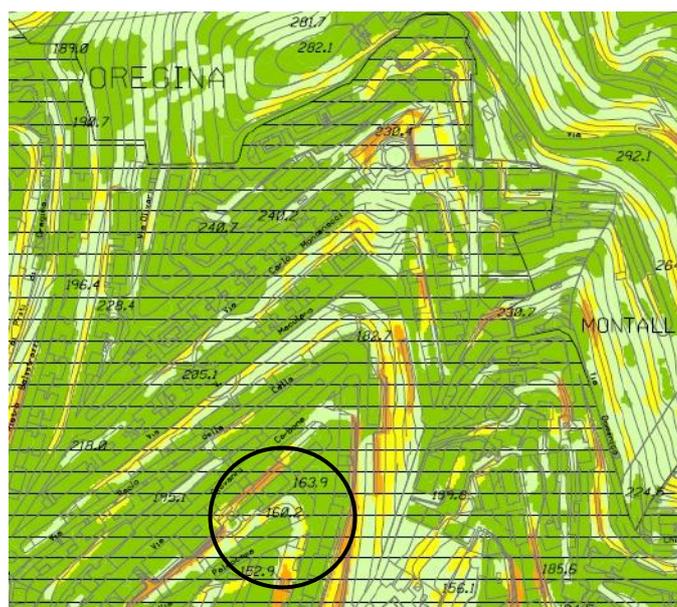


Figura 10 - Stralcio Carta PUC adottato vincoli zonizzazione del territorio

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

L'intervento non rientra nelle aree sottoposte a Vincolo idrogeologico

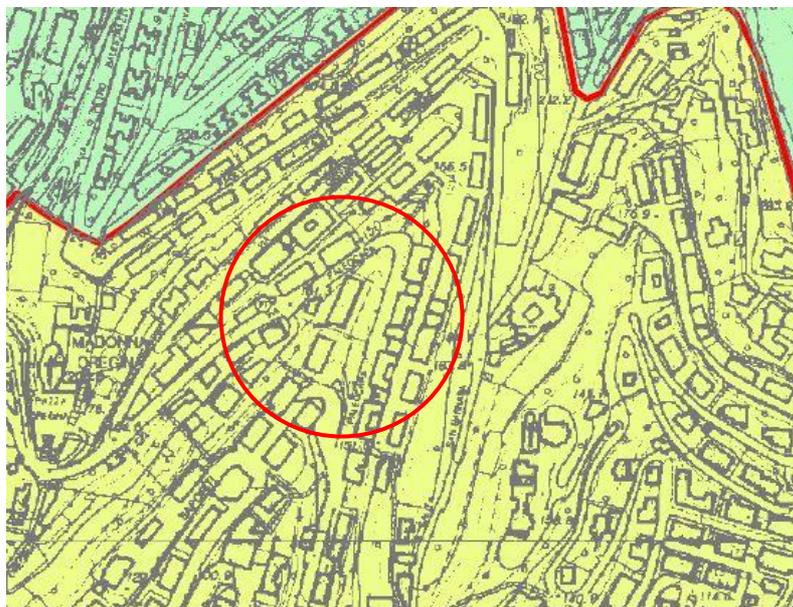


Figura 11 - Stralcio carta del vincolo idrogeologico

#### 4. CRITICITA' IDROGEOLOGICHE

A seguito dei recenti intensi eventi alluvionali, la zona oggetto di studio è stata soggetta ad fenomeni franosi del piccolo versante naturale che si trova tra via Casaccia a e via Paleocapa. Attraverso somme urgenze il Comune di Genova era già intervenuto con la realizzazione di due palificazioni poste a quota diversa. Alla base del versante, vi è un accesso per la manutenzione della tombinatura del Rio S.Ugo.

La quasi assente regimazione delle acque superficiali che arrivano da monte, con l'ultimo evento alluvionale le acque si sono riversate sul versante con una certa velocità, saturando il terreno e causando il cedimento dello stesso.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)



Foto 1 – Area interessata dall'intervento di messa in sicurezza del versante



Foto 2 – Accesso al tunnel di ispezione della tombinatura del rio S.Ugo.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)



Foto 3 - Dissesto localizzato nella porzione a sinistra dell'area d'intervento.



Foto 4 - Vista d'insieme della porzione di versante sinistro.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

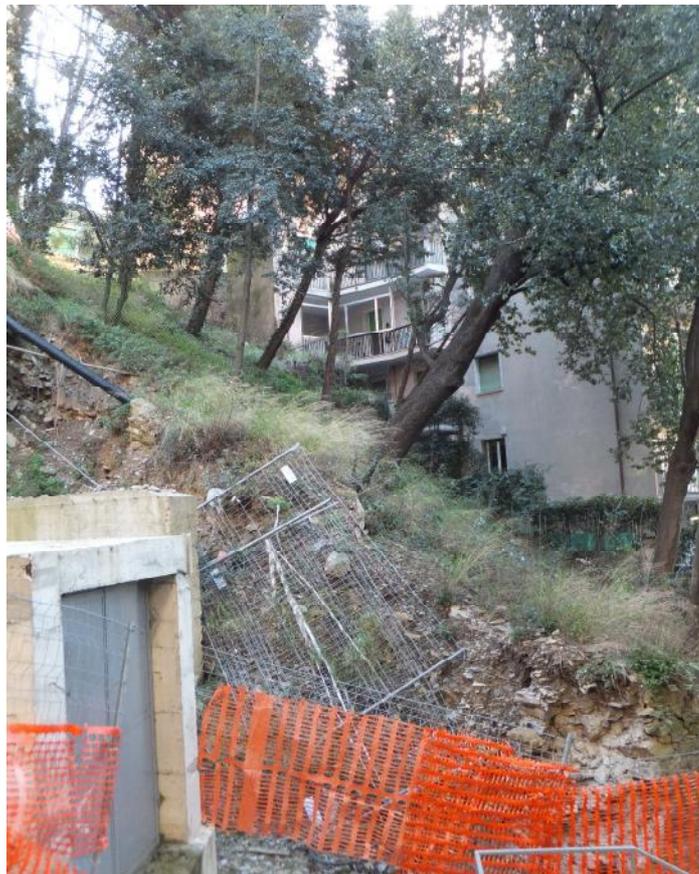


Foto 5 - Porzione dell'area di versante situata a destra.



Foto 6 - Tratto stradale di via G. Casaccia privo di una rete di intercettazione dell'acqua piovana.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

## 5. INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE

Il progetto consta nel ripristino del versante e nella sistemazione dello stesso con la realizzazione di un giardino verde pubblico con particolare riguardo alla regimazione delle acque.

Questo intervento si realizzerà impiegando la tecnica dell'ingegneria naturalistica delle terre rinforzate, che sono uno strumento costruttivo geotecnico molto utilizzato nella realizzazione di rilevati in terra per opere di contenimento di sottoscarpa e di controripa in ambito stradale o di versante. Il concetto fondamentale che sta alla base di questa tecnica costruttiva è quello di inserire un rinforzo con elevate caratteristiche di resistenza e rigidità che consenta di migliorare la resistenza al taglio disponibile nell'ammasso terreno/struttura; elevando sensibilmente le caratteristiche resistenti, rispetto a quanto posseduto dal solo terreno, permettendo la realizzazione di rilevati in terra ad alto angolo.

La profilatura del versante verrà dunque realizzato attraverso una serie di gradoni, che permetteranno inoltre di creare un percorso "nel verde" con l'installazione di giochi per bambini, panchine e tavolini. L'accesso all'area verrà garantito dall'innesto nel sistema terra rinforzata di un vialetto con fondo ghiaioso compattato, realizzato parallelamente alla costruzione del gradone.

A questo intervento sarà associato un'adeguata regimazione delle acque superficiali, con la realizzazione di canalette e griglie che favoriranno la raccolta e il deflusso delle stesse. Inoltre a tergo dei gradoni delle terre rinforzate, verrà installato un pannello tipo Gabiodren per drenare il terreno sottosuperficiale per evitare l'aumento delle pressioni interstiziali.

Al fine di riqualificare l'area di fronte ai giardini oggetto d'intervento, si creerà una sorta di percorso ad anello tramite un camminamento sempre con fondo ghiaioso compattato, che permetterà la fruizione dell'area attualmente dismessa con la realizzazione di piccole aree di sosta.

## 6. SPECIFICHE TECNICHE DEGLI INTERVENTI

### ▪ Terre rinforzate

Le Terre Rinforzate sono uno strumento costruttivo geotecnico molto utilizzato nella realizzazione di rilevati in terra per opere di contenimento di sottoscarpa e di controripa in ambito stradale, di versante, ferroviario e idraulico. Il concetto fondamentale che sta alla base di questa tecnica costruttiva è quello di inserire un rinforzo di date caratteristiche di resistenza e rigidità che consente di migliorare la resistenza al taglio disponibile nell'ammasso terreno/struttura. Elevando sensibilmente le caratteristiche resistenti, rispetto al

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

solo terreno, si possono realizzare rilevati in terra ad alto angolo. La terra rinforzata agisce come struttura di contenimento flessibile e a basso impatto ambientale che consente di limitare gli ingombri della struttura in rilevato. Gli elementi costitutivi di una terra rinforzata sono essenzialmente il rinforzo strutturale planare, il paramento frontale esterno rinverdibile ed il terreno. Il Sistema preassemblato FAST-TER® è caratterizzato da rinforzi strutturali in rete metallica tessuta con filo di ferro galvanizzato a caldo con rivestimento in lega Zinco-Alluminio ed estrusione in polimero plastico (protezioni a lunga durata - Norme Tecniche per le Costruzioni, Con. Sup. LL.PP. Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione, Settembre 2013). La maglia esagonale che forma la struttura è a doppia torsione tipo 8x10. La struttura presenta frontalmente ed alla base un pannello esterno in rete elettrosaldata galvanizzata in lega di ZN.AL5%. I due elementi sono collegati a "cerniera" tramite punti metallici a formare un elemento rigido frontale snodato. La funzione di ritenzione del terreno, sul paramento frontale rinverdibile, è svolta da una biorete antierosiva tessuta in fibra di cocco 100% biodegradabile a maglia aperta. Il paramento rinverdibile viene posizionato alla giusta angolatura di progetto mediante staffe metalliche triangolari presagomate e preassemblate alla struttura. Il sistema FASTTER® copre angoli tra 50° e 70°. Tutti gli elementi del sistema FAST-TER® sono forniti preassemblati, presagomati ed a misura secondo le specifiche di progetto. La formazione del corpo della terra rinforzata avviene tramite rullatura e compattazione del terreno; la stesa avviene per strati di altezza massima pari a 30 cm e per un totale pari all'interasse tra gli elementi planari di rinforzo strutturale. Il rinverdimento del sistema si attua mediante utilizzo di terreno vegetale posto immediatamente a tergo del paramento esterno e con idonea idrosemina a spessore o impianto di talee di specie arbustive autoctone.

Il sistema di terre rinforzate preassemblato FAST-TER® presenta diversi vantaggi rispetto ai sistemi tradizionali:

- i pannelli di irrigidimento esterni in RES sono zincati in lega di ZN.AL5% ad elevata durabilità e gradevole impatto visivo
- la biorete esterna di cocco garantisce la ritenzione del terreno e una ottima germinazione dell'idrosemina
- i rinforzi planari in rete metallica a doppia torsione garantiscono elevate caratteristiche di rigidità e assenza di deformazioni per creep
- il sistema preassemblato consente un significativo abbattimento dei tempi e dei costi di posa in opera
- il FAST-TER® è un sistema preassemblato "in sicurezza" che evita tagli o lesioni alle mani e agli occhi in cantiere

CARATTERISTICHE TECNICHE: Il Sistema FAST-TER® è interamente preassemblato e viene realizzato con elementi strutturali in rete metallica a doppia torsione con maglia

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

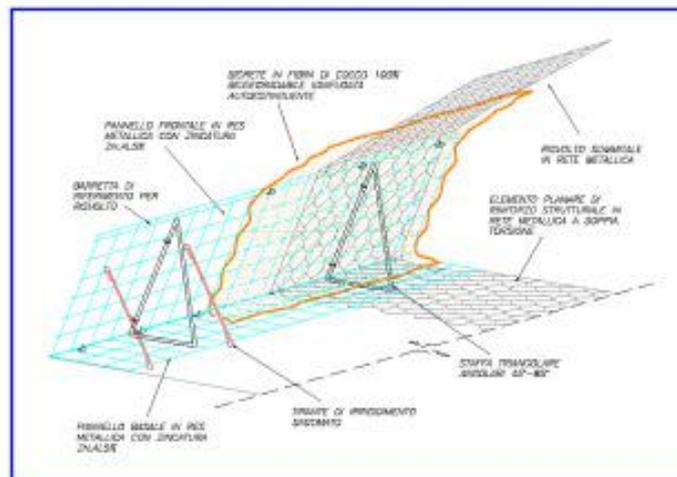
16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

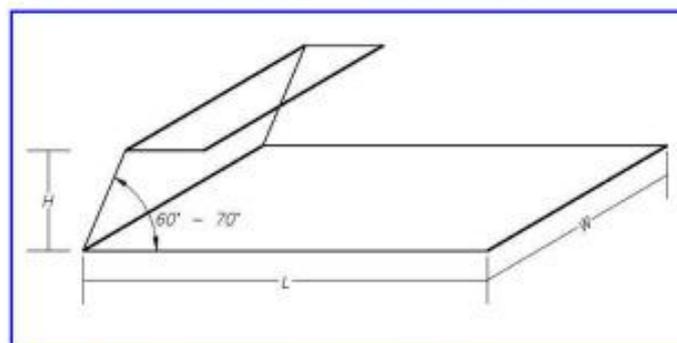
esagonale tipo 8x10 (UNI EN 10223-3). Il filo utilizzato nella produzione del Sistema FAST-TER® è in acciaio dolce trafilato a freddo con rivestimento in bagno galvanico a caldo in lega di Zinco e Alluminio. Successivamente alla galvanizzazione è applicato sul filo, mediante estrusione in fase di produzione, un rivestimento in polimero plastico per consentire una maggiore protezione e durabilità in ambienti particolarmente aggressivi (Con. Sup. LL.PP. - Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione, Settembre 2013).

#### CARATTERISTICHE DEL FILO:

- Resistenza a trazione: i fili utilizzati per la produzione dei gabbioni e del filo di legatura dovranno avere una resistenza a trazione compresa tra 350-550 N/mm<sup>2</sup> (UNI EN 10223-3 e Linee Guida Cons. Sup. LLPP Settembre 2013)
- Allungamento: L'allungamento non deve essere inferiore al 10%, in conformità alle UNI EN 12223-3.
- Rivestimento Polimerico: in aggiunta alla protezione galvanica il filo è sempre rivestito in fase di produzione con polimero conforme alle EN-10245-3



**Fig. 1 - Elementi strutturali del Sistema FAST-TER®**



**Fig. 2 - Geometria e dimensioni base dell'elemento**

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

## TABELLE DIMENSIONI E ANGOLI

1. Tabella delle dimensioni degli elementi tipo FAST-TER <sup>®</sup> N con filo 2,70int./3,70est. mm con zincatura ZN.AL5% e rivestimento polimerico del filo metallico		
Tutte le misure e le dimensioni sono nominali (Tolleranze: ± 5%)		
L=Lunghezza Rinforzo (m)	W=Larghezza (m)	H=Interasse (m) / inclinazione
3,00	3,00	0,75 a 70° / 0,68 a 60°
4,00	3,00	0,75 a 70° / 0,68 a 60°
5,00	3,00	0,75 a 70° / 0,68 a 60°
6,00	3,00	0,75 a 70° / 0,68 a 60°
7,00	3,00	0,75 a 70° / 0,68 a 60°
2. Tabella delle dimensioni degli elementi tipo FAST-TER <sup>®</sup> S con filo 2,20int./3,20est. mm con zincatura ZN.AL5% e rivestimento polimerico del filo metallico		
Tutte le misure e le dimensioni sono nominali (Tolleranze: ± 5%)		
L=Lunghezza Rinforzo (m)	W=Larghezza (m)	H=Interasse (m) / inclinazione
2,50	3,00	0,75 a 70° / 0,68 a 60°
3,00	3,00	0,75 a 70° / 0,68 a 60°
4,00	3,00	0,75 a 70° / 0,68 a 60°
5,00	3,00	0,75 a 70° / 0,68 a 60°
3. Tabella combinazioni standard della Maglia - Filo		
Maglia tipo	D (mm)	Tolleranza
8 x 10	80	+1,6% / -4%
8 x 10	80	+1,6% / -4%
4. Tabella tipologie standard diametri dei fili		
	Filo maglia (mm)	Filo bordatura (mm)
Diametro interno filo metallico $\phi$ mm.	2,70 2,20	3,40
Tolleranza filo ( $\pm$ ) $\phi$ mm.	0,06	0,07
Quantità minima di rivestimento galvanico (gr/m <sup>2</sup> )	245 230	265

Per la realizzazione dell'opera a progetto verranno utilizzati gli elementi con inclinazione del paramento a 60°. Inoltre, come sottolineato nel capitolo delle criticità presenti in zona, l'area da sistemare era già stata oggetto di intervento da parte del Comune di Genova tramite la realizzazione di un accesso alla tombinatura del Rio S. Ugo e alla sistemazione del versante tramite la costruzione di due berlinesi su pali. Di conseguenza, la realizzazione dei gradoni della terra rinforzata in oggetto, dovrà tener conto di questi "ingombri" nell'area d'intervento.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

▪ **Viminate vive**

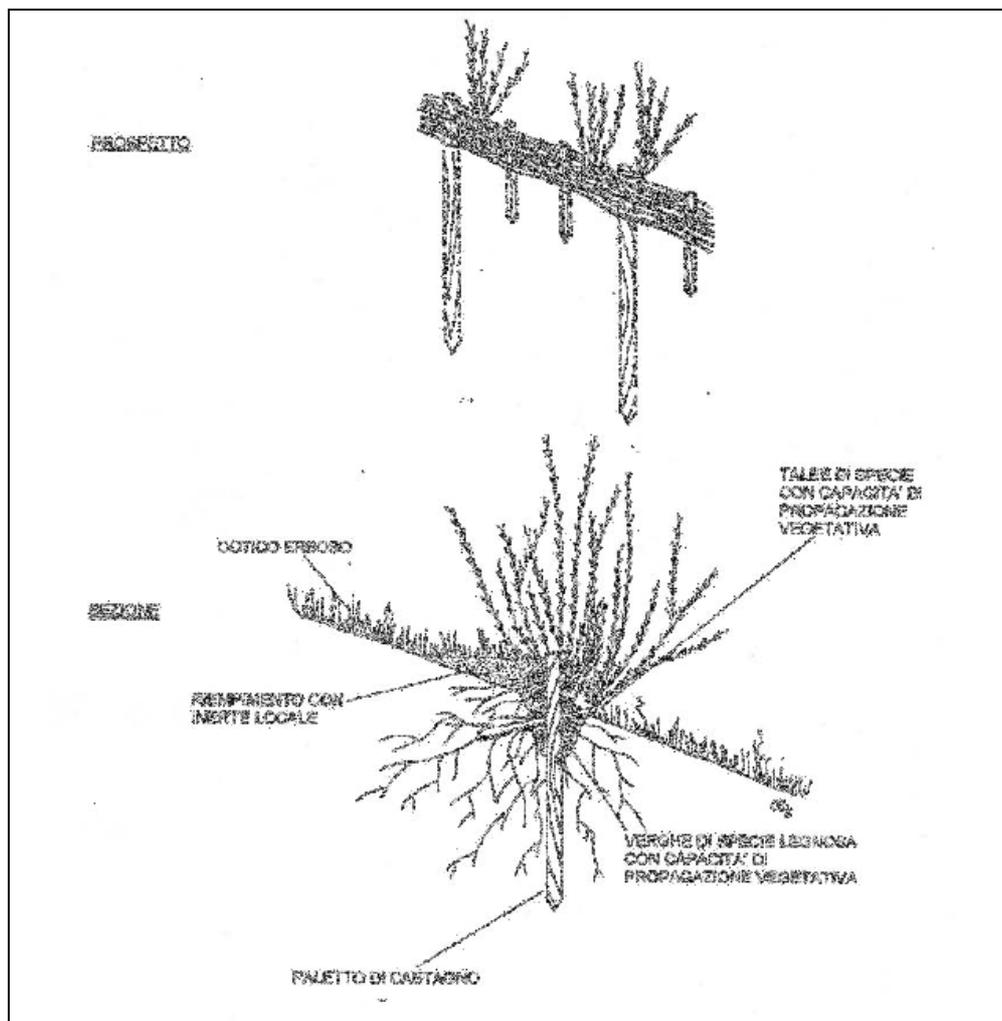
Si tratta di un intreccio di verghe di specie legnose con capacità di propagazione vegetativa, attorno a paletti in legno. Si ottiene una rapida stabilizzazione sino a 25–30 cm di profondità e immediato contenimento del materiale.

E' una tecnica adattabile alla morfologia della scarpata e l'effetto di stabilizzazione è immediato per gli strati superficiali di terreno e si ha un miglioramento quando le verghe emettono radici, anche se la radicazione è modesta rispetto alle quantità di materiale utilizzato.

L'effetto stabilizzante si ha solamente nel caso di viminate interrate e seminterrate, nelle quali sono ridotti i fenomeni di sottoescavazione e scalzamento, su scarpate con inclinazione massima 40° e soggette a movimento superficiale del terreno o a modesti franamenti.

Si utilizzano verghe elastiche di specie legnose, adatte all'intreccio e con capacità di propagazione vegetativa (salici, tamerici), poco ramificate, L min. 1,50 m e  $\varnothing$  alla base non inferiore ai 2 – 4 cm; paletti in legno di conifere o castagno  $\varnothing$  5 ÷ 8 cm, L = 1,00 ÷ 1,50 m; picchetti di ferro  $\varnothing$  14 ÷ 16 mm, L 50 cm ÷ 1m; filo di ferro cotto.

Spesso può accadere che i paletti vengano spezzati per un eccesso di carico da monte o a causa dei sassi che precipitano dall'alto. In tal caso si rendono necessarie opere manutentive e la sostituzione dei paletti spezzati.



- Pannelli drenanti tipo Gabbiodren

Il sistema GABBIODREN® consente la realizzazione di trincee drenanti a gravità mediante l'utilizzo di pannelli prefabbricati di forma prismatica. Il pannello drenante è costituito da uno scatolare in rete metallica a doppia torsione in maglia esagonale tipo 8x10 con filo di diametro 2,70mm zincato a caldo con rivestimento Zinco-Alluminio 5%. Lo scatolare metallico è rivestito internamente con un geotessile di filtrazione e separazione che viene progettato in base alle specifiche caratteristiche granulometriche del terreno da drenare. Il nucleo drenante poroso è costituito da "ciottoli" di polistirolo non riciclato, imputrescibile, insolubile e chimicamente inerte alle acque. Il sistema GABBIODREN® rappresenta in molte situazioni di utilizzo la più sicura, veloce ed economica alternativa al classico sistema di drenaggio basato sull'utilizzo di materiali inerti abbinati a tubi dreno e geotessuto.

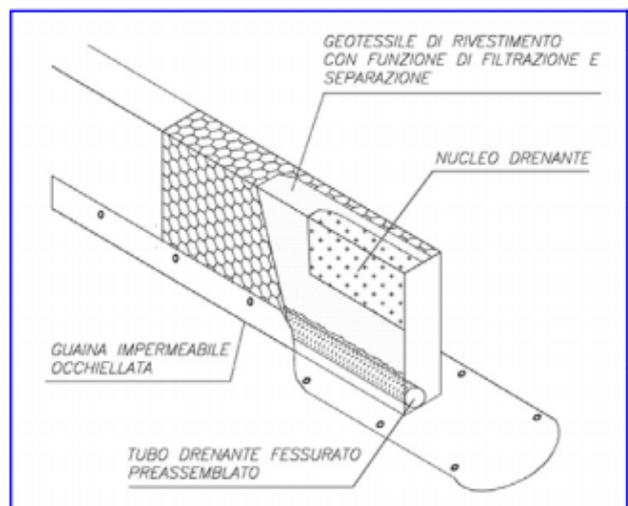
COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)



L'inserimento nel terreno di una trincea drenante permette di realizzare una linea a forte permeabilità data dalla differenza di pressione esistente tra quella presente all'interno del corpo del dreno (pressione atmosferica) e la sovrappressione dell'acqua che si trova all'interno dei pori del terreno stesso. In virtù della differenza di permeabilità che si verifica all'interfaccia tra trincea drenante e mezzo geologico in posto, si innesca un moto di filtrazione che porta all'abbattimento della falda freatica ed alla diminuzione del tenore di acqua nel terreno. Il relativo abbattimento delle pressioni interstiziali (pressioni neutre  $u$ ) porta ad un miglioramento delle caratteristiche geotecniche dei terreni. In sostanza si introduce un aumento delle caratteristiche di resistenza del terreno, come espresso dalla nota relazione di Coulomb-Terzaghi che esprime la resistenza al taglio disponibile nel terreno ( $\tau$ ) in relazione alla tensione normale efficace ( $\sigma$ ):  $\tau = C' + \sigma \tan \phi$  con  $\sigma = (\sigma - u)$

Fasi esecutive di posa e suggerimenti tecnici Il GABBIODREN® viene fornito dalla fabbrica confezionato in speciali pacchi contenenti fino a sette elementi di dimensioni 2x1x0,30 (e fino a 14 nel caso di pannello 2x0,50x0,30). Dopo avere aperto il pacco contenente gli elementi GABBIODREN® è necessario allineare i pannelli dal lato di base avendo cioè cura di mantenere la fascetta di risvolto in alto. La fascetta di risvolto in geotessile ha la funzione di impedire che durante le fasi di posa in opera della linea drenante possa interpersi del terreno tra i pannelli. La fascetta dovrà infatti proteggere da infiltrazioni di terreno la parte superiore e i due fianchi laterali della linea di giunzione tra due pannelli contigui. Il montaggio della linea avviene unendo i pannelli e legandoli mediante filo metallico. Le legature devono unire due pannelli in almeno 8-10 punti con giunzioni sicure e stabili a vantaggio della continuità della linea drenante. Si procede in modo tale da formare una linea composta da quanti più pannelli possibile in relazione alla risposta delle pareti di scavo. Se il terreno di fondo scavo non fornisce le necessarie garanzie di impermeabilità, a causa di fratturazioni o permeabilità, si utilizzerà la guaina impermeabile occhiellata al di sotto dei pannelli. La guaina viene legata alla maglia metallica con filo di ferro attraverso gli occhielli. terminate le operazioni di

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

assemblaggio e legatura del sistema GABBIODREN® si procede calando la pannellata mediante macchine operatrici o con l'ausilio di corde. Per garantire la giunzione tra più file di pannelli, una già posata in trincea e l'altra a bordo scavo, si procede come illustrato di seguito. Prima di calare in scavo una fila di pannelli applicare all'ultimo elemento (dal lato da giuntare) una fune sufficientemente lunga da utilizzare per sollevare successivamente il lembo. Si utilizza poi la fune per estrarre la parte terminale della linea sollevandola fuori dallo scavo. Si giuntano nuovamente pannelli e si cala nello scavo. Queste semplici operazioni vengono interamente svolte fuori scavo e non comportano rischi per gli operatori.



- Vialetti di accesso in ghiaia

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

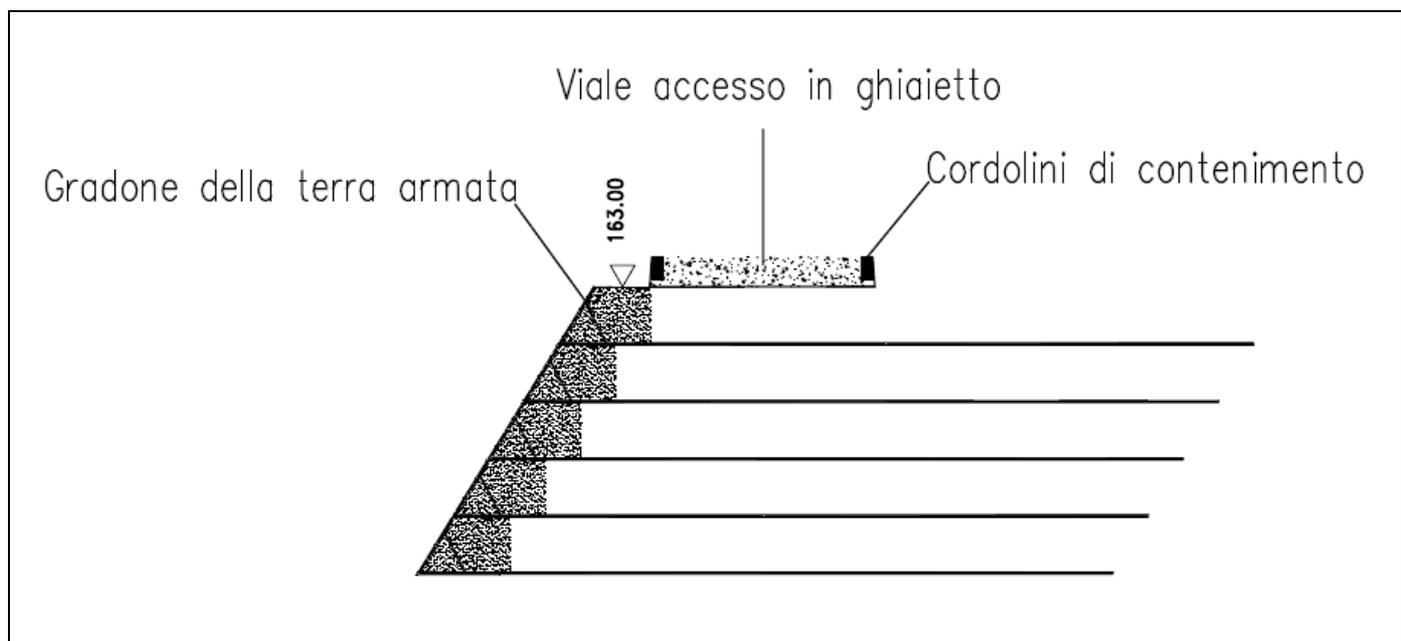
Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Un vialetto in ghiaia è un elemento che abbellisce senza essere eccessivamente costoso. Inoltre ha una durata maggiore rispetto a quelli asfaltati ed è più rispettoso dell'ambiente. Le precipitazioni vengono assorbite dal terreno sottostante la ghiaia evitando il ristagno dell'acqua e minimizzando il rischio di allagamento. I vialetti a progetto hanno una larghezza di 2,00 con spessore medio dello strato di ghiaia (da frantoio 10-20 mm) di 3 cm.

Operativamente è necessario realizzare i vialetti contestualmente all'ultimo elemento del gradone su cui insiste il vialetto, in modo tale da creare la superficie per poter stendere la ghiaia, pressarla con un compattatore meccanico ed infine bisognerà livellare la zona per facilitare il deflusso dell'acqua piovana creando un dislivello del 2-3% tra il centro del viale e i bordi.



## 7. FASI LAVORATIVE OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

- Viminata

È una struttura costituita dall'intreccio alternato di materiale vegetale vivo (astoni e/o verghe) attorno a picchetti infissi nel terreno, che in taluni casi possono essere costituiti anch'essi da materiale vegetale vivo (talee). La disposizione in filari contrasta efficacemente erosioni superficiali e piccoli movimenti franosi, intercettando le acque superficiali e non permettendo che queste acquistino l'energia per movimentare gli strati superficiali sciolti del substrato.

Lo stesso materiale vegetale vivo, una volta attecchito e sviluppato, svolge nel tempo un'efficientissima azione di consolidamento, mediante l'apparato radicale, e di drenaggio.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

mediante la traspirazione fogliare. Dovendosi utilizzare, durante la fase di realizzazione, materiale vegetale vivo, soprattutto derivato da specie atte alla riproduzione per via vegetativa (talee, verghe, astoni, ramaglie), è tassativamente necessario operare durante il periodo di riposo vegetativo (rami senza foglie).

#### **Cosa serve per la realizzazione**

- **Attrezzature**

- mezzo meccanico (scavatore o terna o ragno) (carburante) (eventuale)
- generatore elettrico (carburante), cavo elettrico di idonea lunghezza, raccordi elettrici (eventuale)
- smerigliatrice angolare con attrezzatura di dotazione (eventuale)
- mola da taglio per ferro (eventuale)
- motosega (carburante, olio) con attrezzatura di dotazione, lame di riserva, attrezzatura individuale antinfortunistica
- mazzetta manico corto (1,5 kg)
- mazza manico lungo (5 kg)
- tenaglia
- pala
- piccone
- sega ad arco per legno
- coltello lama dritta
- cesoia manici lunghi
- forbice da giardinaggio
- metro snodabile (L 2 m)
- cordella metrica (L 20÷50 m)

- **Materiali**

- materiale vegetale vivo autoctono (astoni e/o verghe di specie atte alla riproduzione vegetativa)
- picchetti in legno (generalmente castagno, L e Ø variabili a seconda delle caratteristiche del substrato) o in tondino di ferro ad aderenza migliorata (L variabile a seconda delle caratteristiche del substrato - Ø 14 mm)
- filo di ferro cotto o zincato (Ø 2 mm) (eventuale)

#### **Come si esegue**

**Fase 1** - Viene considerata eseguita la preparazione preliminare del sito di intervento comprendente tutte le operazioni relative all'eventuale disboscio, all'eventuale modifica morfologica, alla pulizia, alla messa in sicurezza. Tali operazioni vengono effettuate mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completate manualmente.

---

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

**Fase 2** - Predisposizione della sede di posa mediante scavo di un solco con sezione a V della profondità di circa 30 cm. Tale operazione viene effettuata o mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completata manualmente.

- E' consigliabile iniziare l'intervento dal basso (piede della scarpata). (Figura 7)

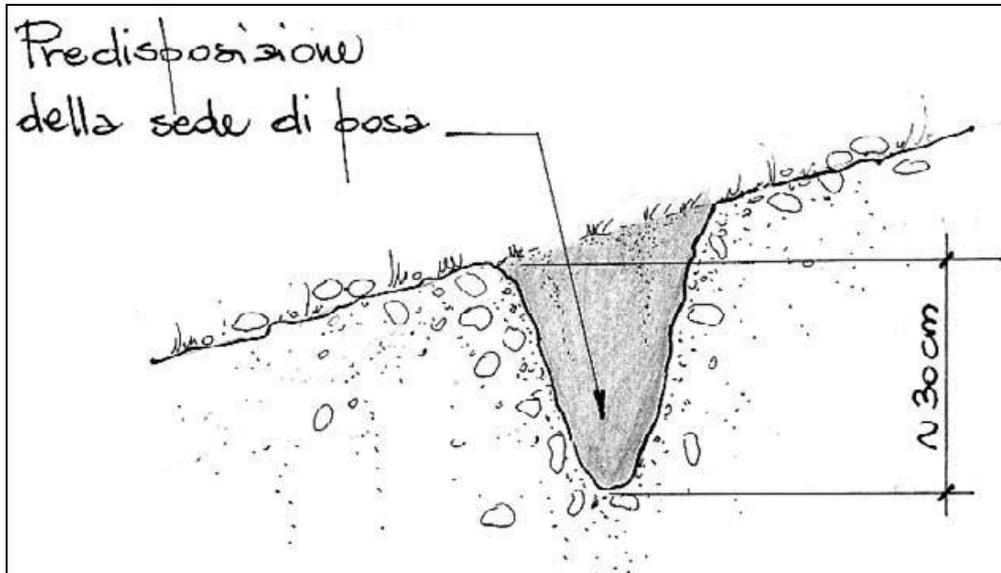


Figura 12 - fase 2 (sezione), preparazione della sede di posa.

**Fase 3** - Infissione verticale, sul fondo del solco, di picchetti a distanza uno dall'altro pari a 1÷3 m. (la distanza è condizionata dalle caratteristiche (dimensioni, forma, grado di flessibilità) del materiale vegetale vivo (astoni e/o verghe) a disposizione e deve essere valutata caso per caso), lasciandoli sporgere dalla superficie topografica originaria (bordo scavo) di circa 20÷25 cm. I picchetti possono essere in legno (generalmente castagno) (preferibilmente) (L 80÷150 cm - Ø 8÷10 cm) o in tondino di ferro ad aderenza migliorata (L 80÷150 cm - Ø 14 mm); la scelta ed il dimensionamento sono condizionati dalle caratteristiche del substrato e devono essere valutati caso per caso. Tale operazione viene effettuata generalmente manualmente. (Figure 8-9-10)

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

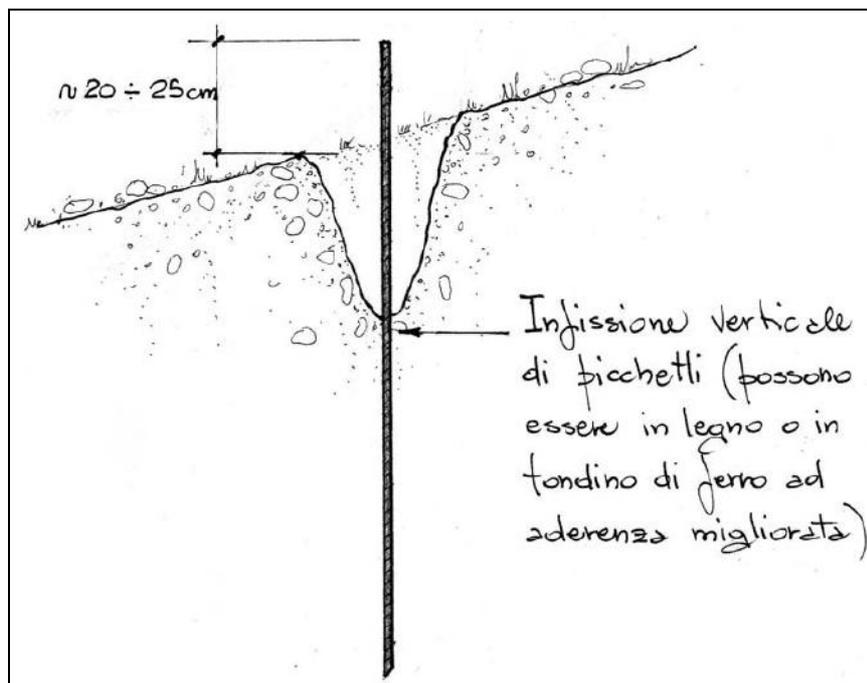


Figura 13 - fase 3 (sezione), infissione picchetti.

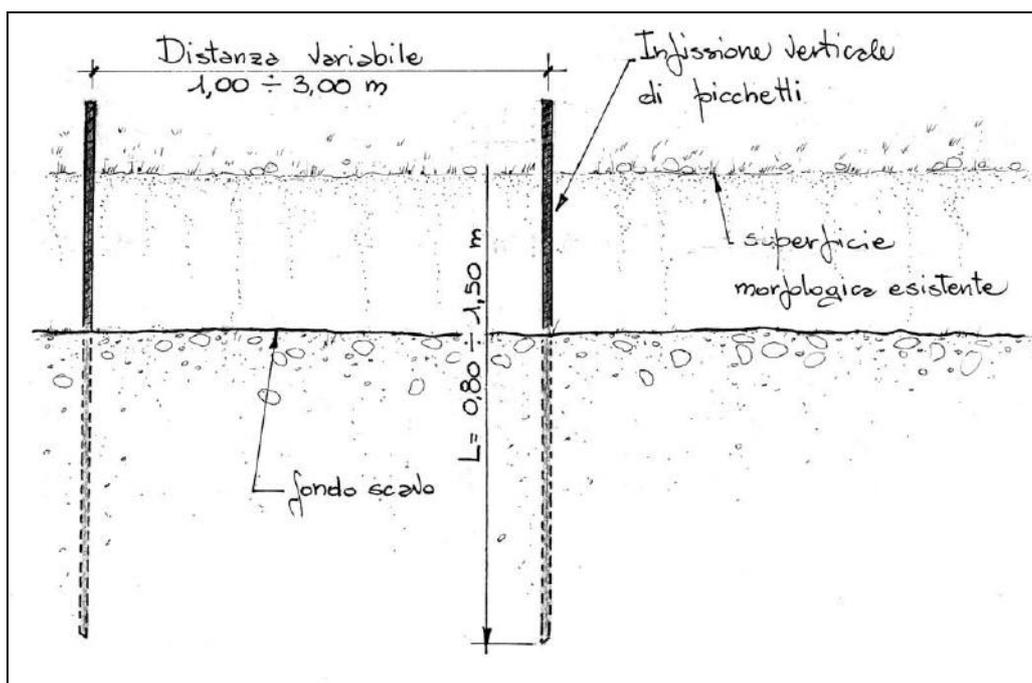


Figura 14 - fase 3 (vista frontale), infissione picchetti.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica - Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

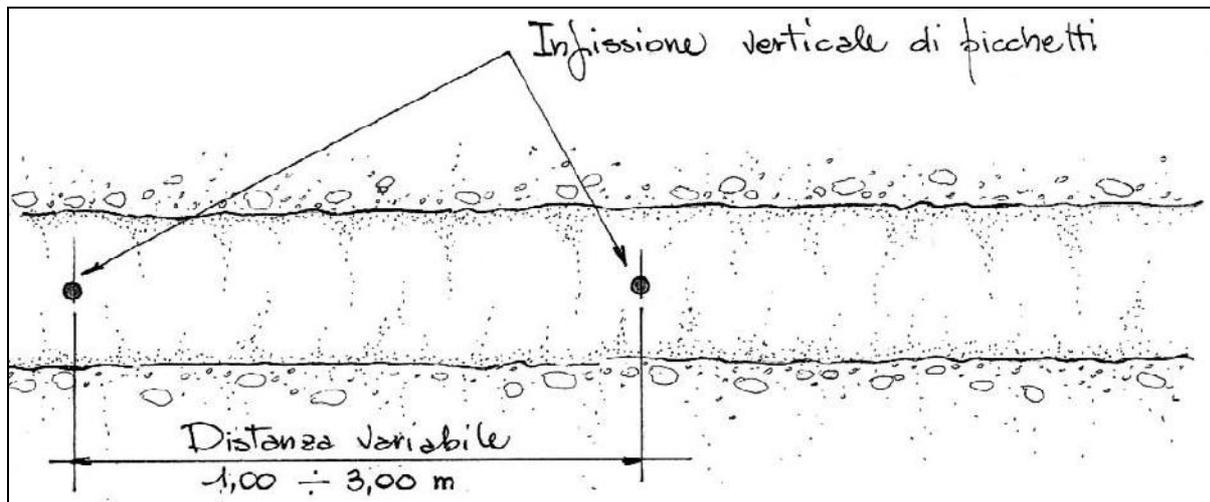


Figura 15 - fase 3 (pianta), infissione picchetti

**Fase 4** - Infissione verticale, sul fondo del solco, di altri picchetti, disposti tra i primi, di L inferiore, lasciandoli sporgere dalla superficie topografica originaria (bordo scavo) di circa 20÷25 cm. I picchetti possono essere addirittura in materiale vegetale vivo (talee) (preferibilmente), legno (generalmente castagno) ( $\varnothing$  8÷10 cm) o in tondino di ferro ad aderenza migliorata ( $\varnothing$  14 mm); la scelta ed il dimensionamento sono condizionati dal tipo di substrato, mentre il numero da utilizzare tra i picchetti principali è condizionato dalle caratteristiche (dimensioni, forma, grado di flessibilità) del materiale vegetale vivo (astoni e/o verghe) a disposizione e devono essere valutati caso per caso. Tale operazione viene effettuata generalmente manualmente. (Figura 11)

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

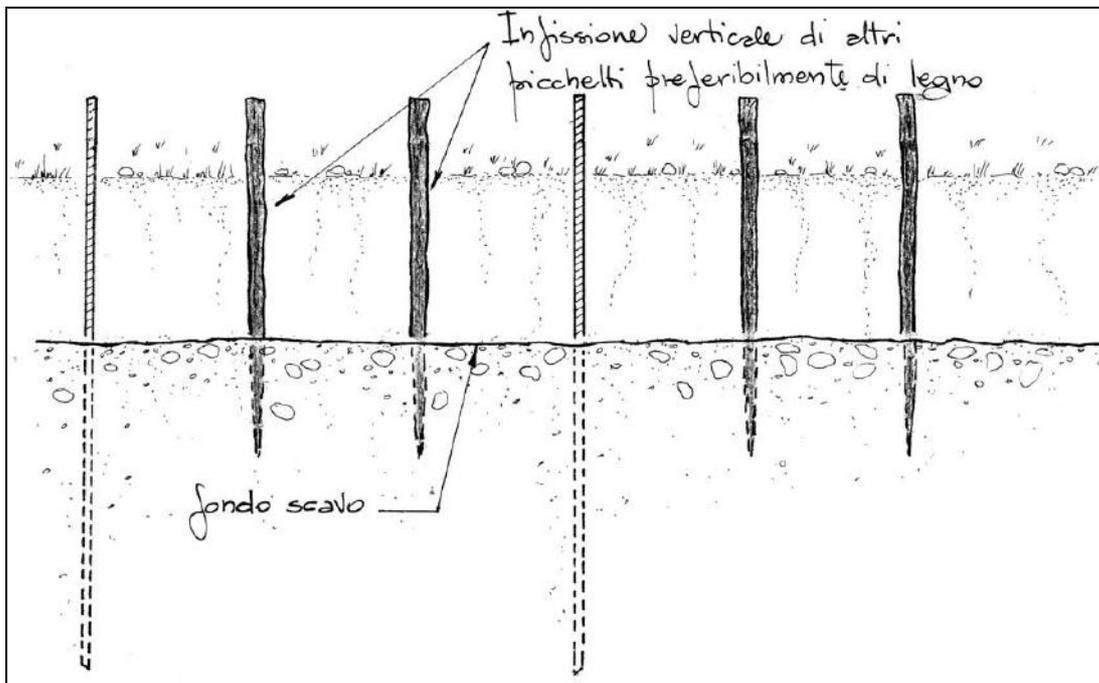


Figura 16 - fase 4 (vista frontale), infissione di altri picchetti.

**N.B.** • Porre cura ed attenzione nella posa del materiale vegetale vivo, che deve rispettare il verso di crescita.

• Porre cura nell' infissione del materiale vegetale vivo (talee con punta) che deve avvenire senza causare scortecciature e sfibrature.

**Fase 5** - Intreccio alternato di materiale vegetale vivo (astoni e/o verghe) derivato da specie autoctone atte alla riproduzione vegetativa, tra i picchetti per un'altezza di poco inferiore a questi. (Figure 12-13-14)

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

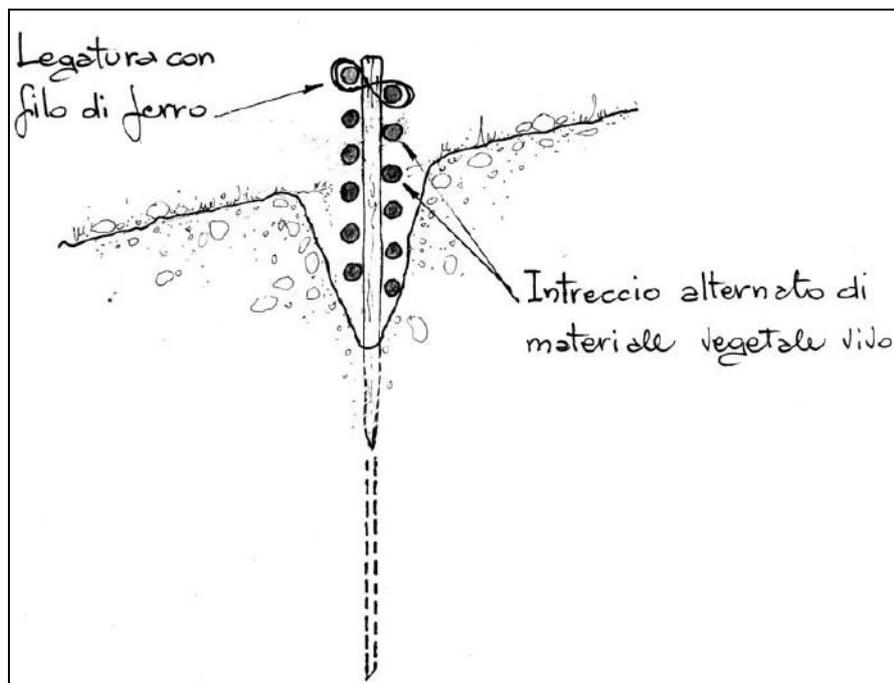


Figura 17 - fase 5 (sezione), intreccio con materiale vegetale.

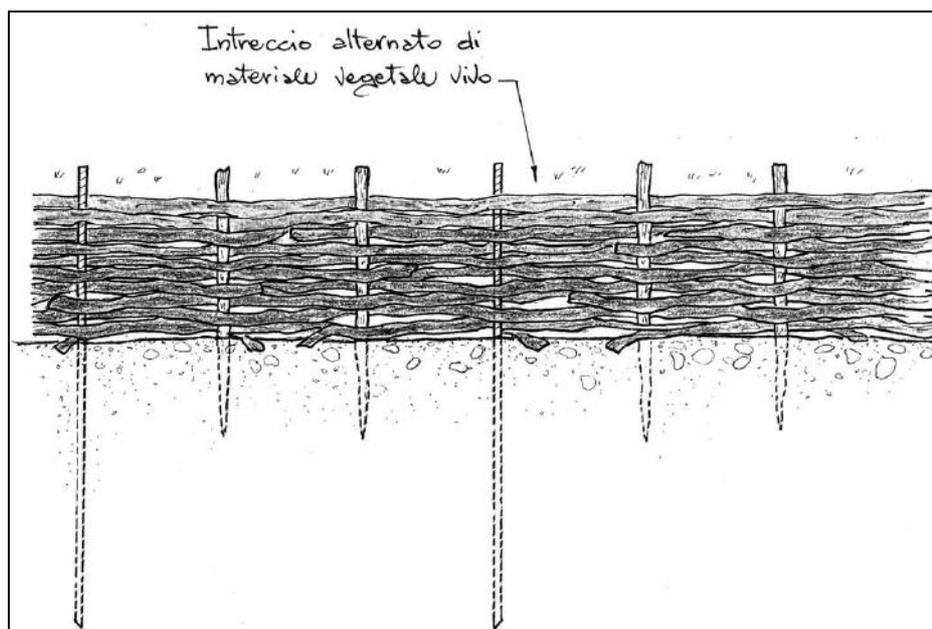


Figura 18 - fase 5 (vista frontale), intreccio di materiale vegetale.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)



Figura 19 – esempio applicativo

**N.B.** • A parte qualche caso particolare, le specie più utilizzate appartengono al genere *Salix* (salice): evitare o perlomeno limitare l'utilizzo, tra quelle compatibili, di *Salix alba* (salice bianco) che raggiunge con la crescita dimensioni notevoli influenzando negativamente la statica e gli equilibri della struttura.

- Reperire il materiale vegetale vivo in luoghi prossimi al sito di intervento e porlo in opera nel più breve tempo possibile. Se ciò non fosse realizzabile, attuare tutte le precauzioni possibili per mantenerlo in condizioni ottimali (riparo dal sole, dal vento, dal gelo, da condizioni di aridità) e perlomeno con la parte basale dei singoli elementi immersi in acqua, tenendo presente comunque che il tempo che intercorre tra la raccolta e la messa a dimora svolge un ruolo sfavorevole alla buona riuscita finale.
- Per quanto possibile infiggere l'estremità basale (di dimensioni maggiori) del materiale vegetale vivo (astoni e/o verghe) nel substrato.
- Costituire con i singoli elementi di materiale vegetale vivo (astoni e/o verghe) livelli continui ed interconnessi, iniziando da un'estremità del "filare" e procedendo livello dopo livello sino

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

all'altezza finale, evitando la formazione di moduli di lunghezza pari a quella del materiale vivo (astoni e/o verghe) a disposizione.

- Nell'intreccio è possibile, anzi consigliato, alternare la direzione del verso di crescita dei singoli elementi di materiale vegetale vivo (astoni e/o verghe).
- Ogni due livelli di intrecci circa, costipare mediante pressione per aumentare la compattezza della struttura.
- Se necessario legare gli elementi di materiale vegetale vivo (astoni e/o verghe) dell'ultimo intreccio a qualche picchetto, mediante filo di ferro cotto o zincato ( $\varnothing$  2 mm).

**Fase 6** - Ricolmo del solco e ricarico a monte della struttura con il materiale di risulta dello scavo, compattazione e ricostituzione della superficie topografica. Tale operazione viene effettuata o mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completata manualmente. (Figure 15-16)

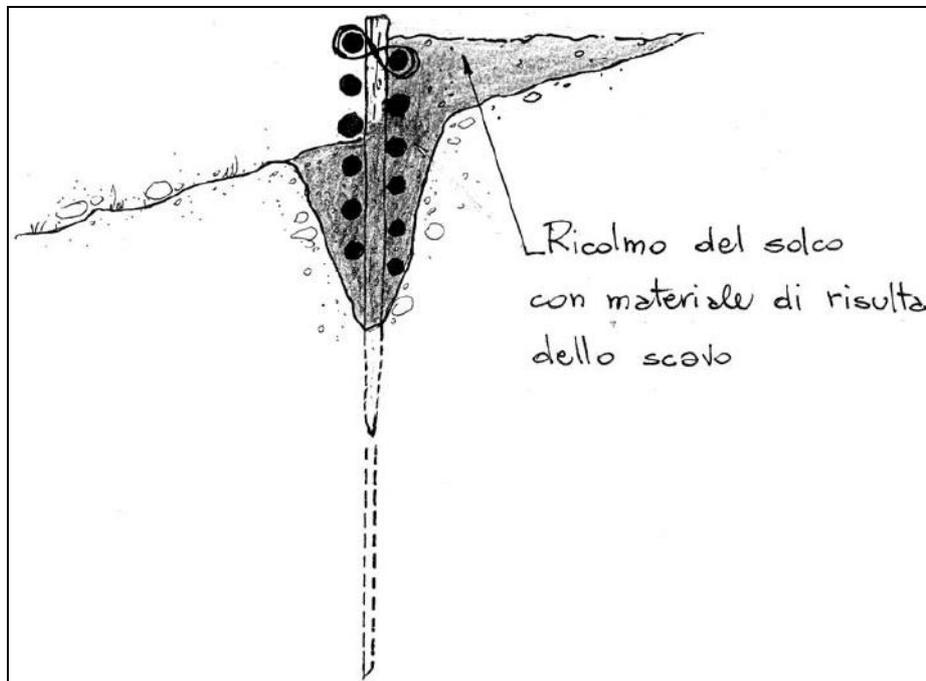


Figura 20 - fase 6 (sezione), ricolmo del solco.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)



Figura 21 – esempio applicativo.

**Fase 7** – Approfondimento di infissione dei picchetti ed eventuale taglio delle estremità superiori degli stessi.

**Fase 8** – Realizzazione di successivi allineamenti parallelamente al primo, secondo le modalità e gli accorgimenti precedenti, sino al raggiungimento dell'altezza finale, determinata dalle verifiche progettuali di stabilità e funzionalità dell'intervento che non devono sporgere per più di 5 cm circa.

**N.B.** • Realizzare gli allineamenti ad una distanza pari a 1÷3 m uno dall'altro, dipendente dalle caratteristiche fisiche e morfologiche del substrato.

- E' possibile realizzare gli allineamenti, sempre paralleli tra loro, con leggere inclinazioni rispetto all'orizzontale, per favorire eventuali direzioni di drenaggio superficiale.

**Fase 9** – Asporto di detriti e scarti di lavorazione (eventuali residui organici quali rami, ramaglia, legno possono essere mischiati al materiale di riempimento, facendo però attenzione che non provochino il formarsi di pericolosi vuoti in fase di costipamento), pulizia totale del sito.

### Dopo il cantiere

Appena terminata la realizzazione, la struttura è in grado di assolvere alle necessità per le quali è stata progettata e costruita: regimazione superficiale delle acque meteoriche, azione antierosiva superficiale, stabilizzazione del substrato.

### Evoluzione

E' però nel tempo che la viminata viva si differenzia da analoghi interventi che non si avvalgono dicomponenti vegetali vivi.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Appena superato il periodo di riposo vegetativo, inizia l'emissione delle parti radicali (e di quelle aeree) dando il via a quel procedimento continuo di consolidamento della struttura e di interconnessione della stessa al substrato. Già nella prima stagione vegetativa i getti possono raggiungere lunghezze anche superiori al metro, testimoniando un perfetto attecchimento ed un idoneo sviluppo radicale, anche

se questo dipende sia dalle specie impiegate sia da fattori esterni quali quelli legati all'ubicazione dell'intervento (substrato, quota, esposizione), nonché quelli climatici e meteorologici.

#### ▪ Terra armata

È una struttura di sostegno a gravità, costituita da elementi di contenimento e di rinforzo realizzati principalmente mediante reti e tiranti in metallo o materiali sintetici abbinati a (bio)feltri, (bio)(geo)stuoie o (bio)(geo)reti per il contenimento del materiale inerte di riporto. Il paramento esterno presenta inclinazione massima di 60° rispetto all'orizzontale (valori maggiori d'inclinazione non permettono la captazione dell'apporto minimo delle acque meteoriche indispensabili alla vegetazione) e funge da contenimento per il materiale di riempimento.

È inserita alla base di scarpate e pendii franosi anche in presenza di spinte interne (che comunque devono essere valutate e rese funzionalmente compatibili con le dimensioni della struttura stessa), nella costruzione di rilevati stradali, autostradali e ferroviari, nonché di terrapieni e rilevati paramassi od antirumore. Non presenta limiti dimensionali costruttivi riguardo all'altezza. Questa tipologia consente la realizzazione di scarpate artificiali con inclinazioni maggiori dell'angolo di attrito proprio del materiale utilizzato per il riempimento e di conseguenza richiedono un ingombro basale molto modesto rispetto a scarpate con inclinazioni naturali. Posta al piede delle aree soggette a dissesto, con la sua massa si contrappone ai movimenti gravitativi, blocca le masse a monte, svolgendo nel complesso azione stabilizzatrice e di consolidamento.

Lo stesso materiale vegetale vivo, una volta attecchito e sviluppato, svolge nel tempo un'efficientissima azione di consolidamento, mediante l'apparato radicale, e di drenaggio, mediante la traspirazione fogliare, per una profondità variabile e dipendente dalle specie vegetali utilizzate.

#### **Cosa serve per la realizzazione**

- **Attrezzature**

- mezzi meccanici (scavatore o pala o terna o ragno, camion, rulli vibranti di dimensioni e potenza diversi) (carburante), braghe o catene, ganci

---

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

- piastra vibrante (rana)
- generatore elettrico (carburante), cavo elettrico di idonea lunghezza, raccordi elettrici
- smerigliatrice angolare con attrezzatura di dotazione
- mola da taglio per ferro
- compressore aria
- graffettatrice pneumatica
- tenaglia
- chiavi per bulloni di idonea misura
- tronchese per filo di ferro
- livella a bolla
- mazzetta manico corto (1,5 kg)
- mazza manico lungo (5 kg)
- pala e piccone
- motosega(carburante,olio) con attrezzatura di dotazione, lame di riserva, attrezzatura individuale antinfortunistica
- sega ad arco per legno
- coltello lama diritta - cesoia manici lunghi
- forbice da giardinaggio
- metro snodabile (L 2 m) e cordella metrica (L 20÷50 m)

- **Materiali**

- materiale vegetale vivo autoctono (astoni di specie atte alla riproduzione vegetativa, specie arbustive a radice nuda o in fitocella)
- elementi del sistema adottato
- barre in tondino di ferro ad aderenza migliorata (L 2 m - Ø 30 mm)
- filo di ferro cotto o zincato (Ø 2 mm)
- punti metallici
- cunei di legno
- materiale inerte di riempimento (e di eventuale drenaggio)
- terreno vegetale
- (bio)feltro, (bio)(geo)stuoia o (bio)rete. La scelta di questi materiali e le loro caratteristiche (tipo, origine, grammatura, dimensione delle maglie) è di estrema importanza per l'attecchimento della componente vegetale viva e spesso è causa di insuccesso finale: ad una funzione di trattenimento del materiale di riempimento deve associare caratteristiche di permeabilità agli apparati radicali; pertanto deve essere attentamente vagliata e decisa in fase progettuale ed altrettanto attentamente controllata in fase esecutiva.

---

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

**Come si esegue.**

**Fase 1** - Viene considerata eseguita la preparazione preliminare del sito di intervento comprendente tutte le operazioni relative all'eventuale disboscio, all'eventuale modifica morfologica, alla pulizia, al disaggio, alla messa in sicurezza. Tali operazioni vengono effettuate mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completate manualmente.

**Fase 2** - Predisposizione della sede di posa mediante scavo e preparazione del piano di appoggio della base della struttura che deve presentare andamento piano con superficie inclinata a reggipoggio di circa il 5%. Tale operazione è effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completata manualmente.

N.B. • Realizzare uno strato basale di idoneo spessore con materiale avente qualità e proprietà migliori, se il substrato non presenta le necessarie caratteristiche geotecniche.

- Predisporre gli eventuali sistemi drenanti nella parte basale e posteriore della struttura.
- Per agevolare e regolarizzare la posa della prima fila di pannelli è opportuna la realizzazione di un idoneo cordolo in ghiaia o sabbia compattata.

**Fase 3** - Posa e fissaggio di un primo ordine di elementi, generalmente alla quota progettuale più bassa, mediante le seguenti modalità:

- posa di pannelli, uno accanto all'altro, nella loro posizione definitiva, in corrispondenza del cordolo;
- legatura, lungo i lati, mediante filo di ferro;
- posa di attacchi (2 o 3 per pannello, a seconda delle necessità);
- posa di tiranti di armatura, perpendicolarmente al pannello;
- collegamento mediante imbullonatura degli attacchi ai tiranti.

(Figure 28-29-30)

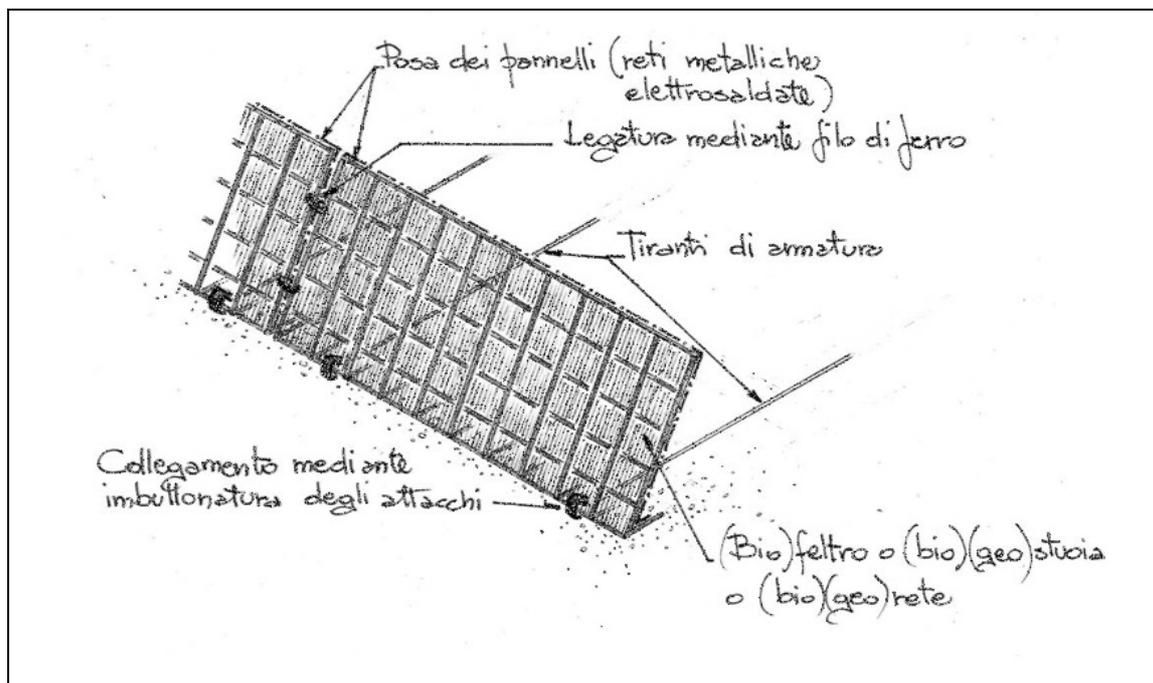


Figura 22 - Fase 3, assonometria.



Figura 23 - Esempio applicativo, posa del primo ordine di elementi.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)



Figura 24 – esempio applicativo, posa e fissaggio del primo ordine di elementi.

**N.B.** • Per mantenere un allineamento regolare è consigliabile infiggere picchetti di tondino di ferro ad aderenza migliorata (L 40 cm – Ø 14 mm) in corrispondenza ed a contatto con la parte basale di ciascun pannello, onde evitare movimenti durante le operazioni.

- Se le caratteristiche geotecniche del sito lo fanno ritenere opportuno, è possibile infiggere barre di tondino ferro ad aderenza migliorata (L 2 m – Ø 30 mm), distribuite lungo l'allineamento ed a contatto con la parte basale del pannello o, meglio, dell'attacco.

**Fase 4** - Riempimento del primo ordine di elementi con materiale inerte di riporto per uno spessore non superiore a 30 cm. Tale operazione è effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico e completata mediante costipazione con rullo vibrante (Figura 31).

**N.B.** • Lasciare uno spazio di 40÷50 cm tra il lato interno dei pannelli ed il fronte del materiale di riempimento per consentire il successivo riempimento con terreno vegetale.

- Eseguire rullature accurate.

- Evitare il transito di mezzi meccanici (in particolare i cingolati) direttamente sui tiranti.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)



**Figura 25 – Fase 4, esempio applicativo.**

**Fase 5** – Sistemazione di terreno vegetale nello spazio tra il lato interno dei pannelli del primo ordine ed il fronte del materiale di riempimento (40÷50 cm) e per uno spessore pari a quello del materiale di riempimento stesso. Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico e completata manualmente.

**Fase 6** – Completamento del riempimento del primo ordine mediante ripetizione delle Fasi 4 e 5, secondo le modalità e gli accorgimenti precedenti, sino al raggiungimento della sommità dei pannelli del primo ordine.

**Fase 7** – Posa e fissaggio di un secondo ordine di elementi, mediante le seguenti modalità:

- posa e fissaggio provvisorio dei pannelli, uno accanto all'altro, in corrispondenza dell'estremità superiore di quelli del primo ordine (Figura 32);
- legatura, lungo i lati, con le stesse modalità ed accorgimenti visti in precedenza (Figura 32);
- posa degli attacchi (2 o 3 per pannello, a seconda delle necessità), collegando i due pannelli sovrapposti (Figura 32);
- inserimento provvisorio di cunei di legno tra i due pannelli in maniera tale che quello superiore rimanga sollevato (Figura 32 (particolare));
- posa dei tiranti di armatura, perpendicolarmente al pannello, con le stesse modalità ed accorgimenti visti in precedenza;
- collegamento mediante imbullonatura degli attacchi ai tiranti;
- ricoprimento dei tiranti con uno strato di materiale inerte di riporto per un loro bloccaggio provvisorio;
- completamento del riempimento con terreno vegetale relativo all'ordine sottostante e compattazione mediante piastra vibrante;

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

- sistemazione definitiva della posizione (inclinazione) della fila di pannelli;

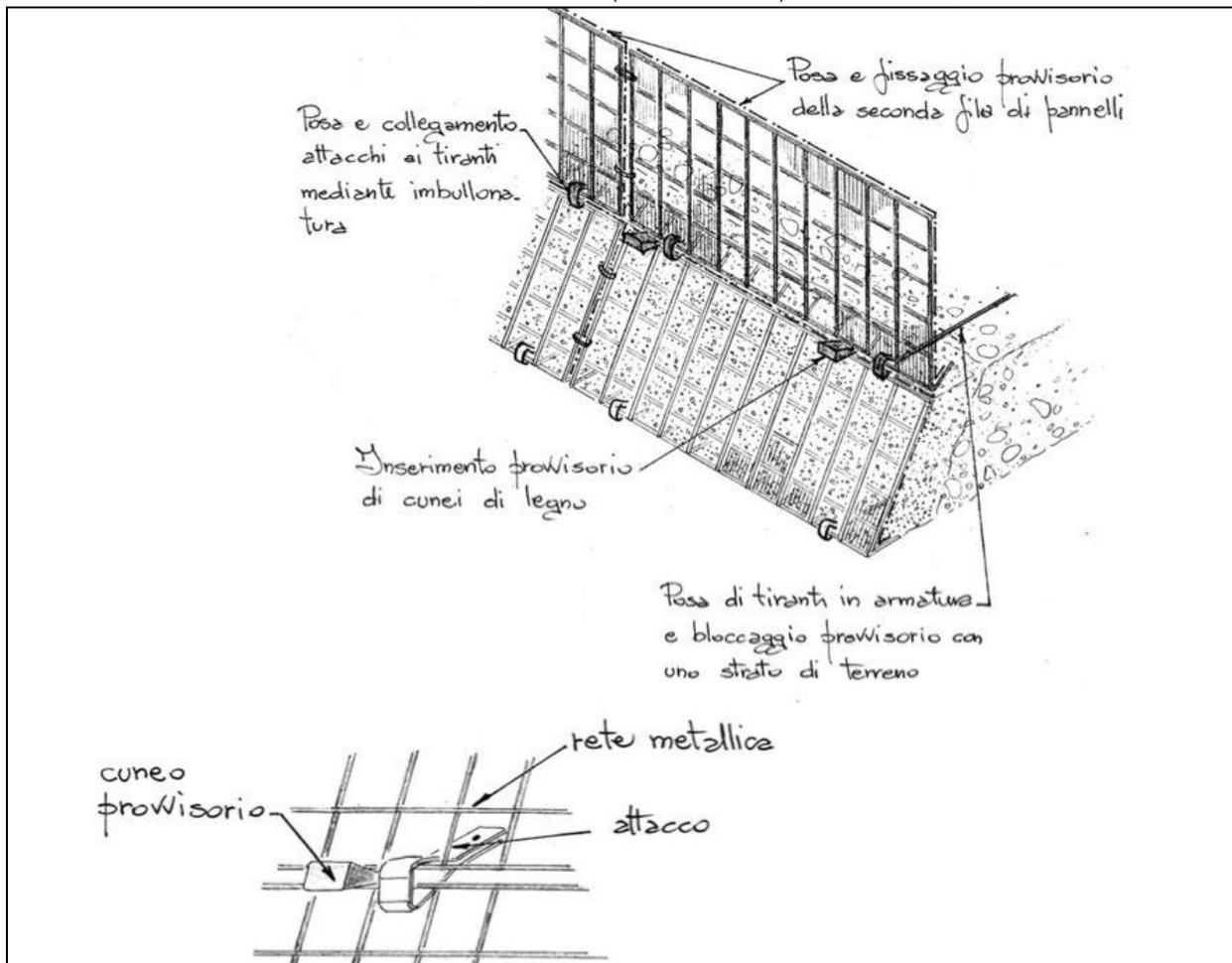


Figura 26 – Fase 7, assonometria e particolare.

**N.B.** • inserire eventualmente parte del materiale vegetale vivo (astoni) derivato da specie autoctone atte alla riproduzione vegetativa, attraverso le maglie basali del secondo ordine di elementi. Tale operazione, peraltro estremamente utile ai fini del futuro consolidamento del materiale di riempimento, risulta non molto agevole e generalmente non viene effettuata, rimandando l'inserimento del materiale vegetale vivo (talee, esemplari a radice nuda od in fitocella) successivamente al completamento della struttura portante (Figura 33)

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

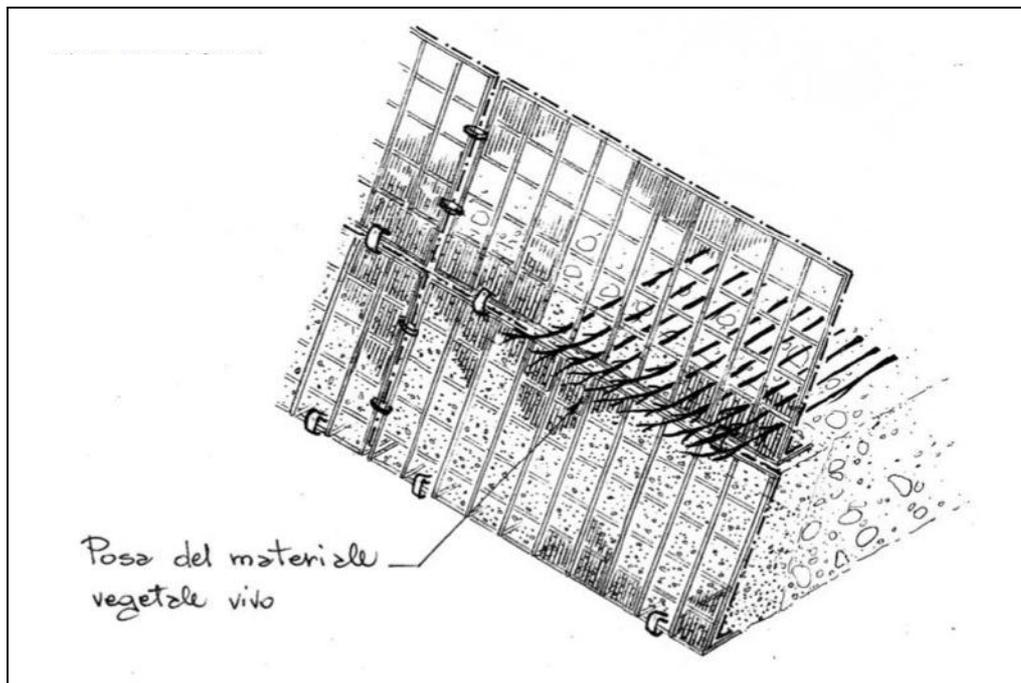
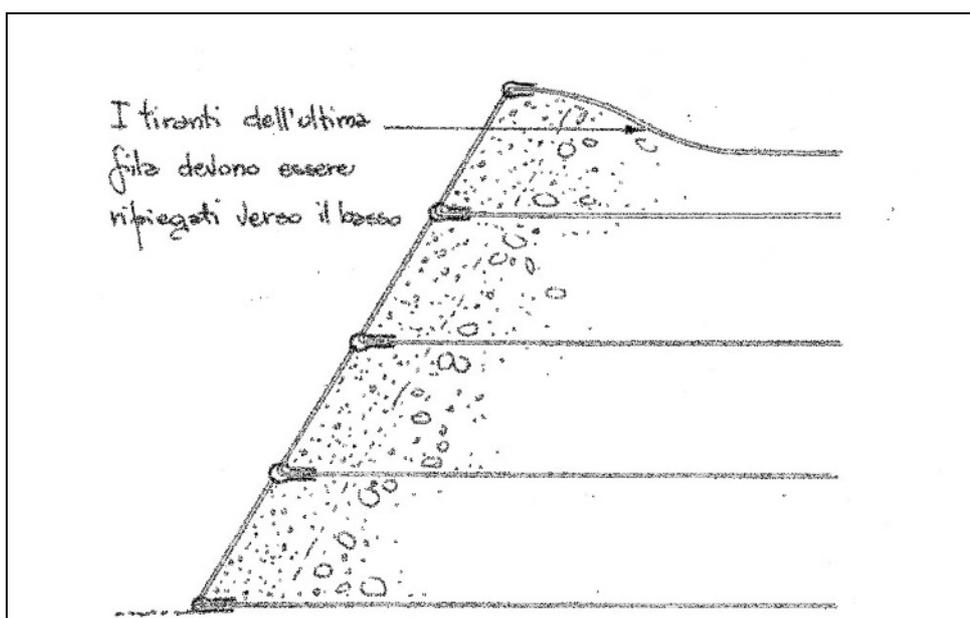


Figura 27 – Fase 7, posa astoni.

**Fase 8** – Riempimento del secondo ordine con materiale inerte di riporto e terreno vegetale, secondo le modalità e gli accorgimenti precedenti.

**Fase 9** – Realizzazione di successivi ordini, secondo le modalità e gli accorgimenti precedenti, sino al raggiungimento dell'altezza finale della struttura, determinata dalle verifiche progettuali di stabilità e funzionalità dell'opera.

N.B. • Prima del completamento del riempimento immergere nel corpo della struttura i tiranti imbul- lonati al lato superiore dei pannelli dell'ultimo ordine, ripiegandoli verso il basso (Figura 34).



COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

### Figura 28 – Fase 9, sezione.

- Rimuovere i cunei di legno contestualmente all'avanzamento dell'innalzamento della struttura, mantenendoli provvisoriamente solamente nelle due ultime file realizzate.

**Fase 10** - Realizzazione di raccordi con la morfologia preesistente (nelle zone laterali e sommatale della struttura onde evitare pericolosi inneschi erosivi), asporto di detriti e scarti di lavorazione (eventuali residui organici quali rami, ramaglia, legno possono essere mischiati al materiale di riempimento, facendo però attenzione che non provochino il formarsi di pericolosi vuoti in fase di costipamento), pulizia totale del sito. Tali operazioni sono effettuate mediante l'utilizzo del mezzo meccanico e completate manualmente (Figura 35).

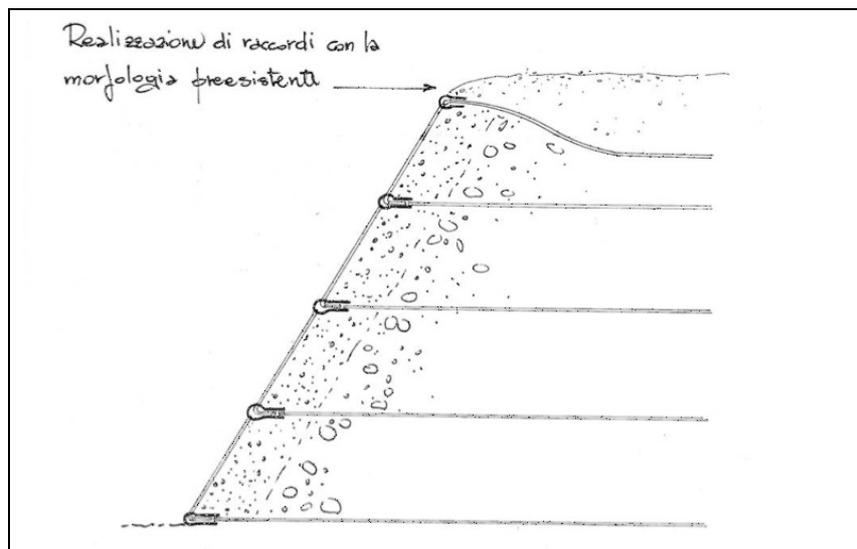


Figura 29 – fase 10, sezione.

**Fase 11** - Posa di materiale vegetale vivo (talee) derivato da specie autoctone atte alla riproduzione vegetativa. Contemporaneamente è possibile la messa a dimora di specie vegetali autoctone a radice nuda e/o in fitocella. L'inserimento di talee (mediante infissione, con sporgenza esterna alla struttura per 10÷20 cm) e la messa a dimora di esemplari a radice nuda e/o in fitocella è possibile in qualunque punto della superficie del pannello, per una profondità interessante lo spessore di terreno vegetale. Generalmente è eseguita un'idrosemina su tutta la superficie dell'intervento.

**N.B.** • A parte qualche caso particolare, le specie più utilizzate appartengono al genere *Salix* (salice): evitare o perlomeno limitare l'utilizzo, tra quelle compatibili, di *Salix alba* (salice bianco) che raggiunge con la crescita dimensioni notevoli influenzando negativamente la statica e gli equilibri della struttura.

- Reperire il materiale vegetale vivo in luoghi prossimi al sito di intervento e porlo in opera nel più breve tempo possibile. Se ciò non fosse realizzabile, attuare tutte le precauzioni

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

possibili per mantenerlo in condizioni ottimali (riparo dal sole, dal vento, dal gelo, da condizioni di aridità) e perlomeno con la parte basale dei singoli elementi immersi in acqua, tenendo presente comunque che il tempo che intercorre tra la raccolta e la messa a dimora svolge un ruolo sfavorevole alla buona riuscita finale.

Appena terminata la realizzazione, la struttura è in grado di assolvere alle necessità per le quali è stata progettata e costruita: appesantimento al piede di scivolamento, azione di contropinta, contenimento a monte, drenaggio.

## 8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'intervento a progetto, ha come finalità la realizzazione di una scarpata in terra con elementi di rinforzo in rete metallica a doppia torsione che fornisce al rilevato maggior resistenza alla trazione. Inoltre, associamo a questa tecnica una rete di raccolta idrica al fine di rallentare e convogliare le acque superficiali, che saranno smaltite attraverso appositi scarichi.

Concludendo, dunque, si ritiene che gli effetti della realizzazione delle opere a progetto saranno migliorativi rispetto alla situazione attuale; oltre a ciò le tecniche adottate possiedono caratteristiche di inserimento nel paesaggio ottimali, restituendo la zona a verde che vi era.

Il Capoprogetto  
Geol. Giuseppe Caggia

I collaboratori:

Geom. Enrico Ballarino

Dott. Antonietta Franzè

Dott. Marianna Reggio

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

02	05/2016	SECONDA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
01	11/2015	PRIMA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

# COMUNE DI GENOVA



## AREA TECNICA

Direttore Generale Area Arch. Laura PETACCHI

## DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

Direttore Arch. Mirco GRASSI

## STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA

Responsabile Geol. Giorgio GRASSANO

Committente

-----

Progetto **11.01.00**

CAPO PROGETTO Geol. Giuseppe CAGGIA

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO Geol. Giorgio GRASSANO

Progetto GEOTECNICO - IDROGEOLOGICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Geol. Giuseppe Caggia  
Geol. Antonietta Franzè  
Geom. Enrico Ballarino

Rilievi  
 Responsabile F.D.T. Geom. Ivano Bareggi  
 Collaboratori F.S.T. Geom. Bartolomeo Caviglia  
I.S.T. Dott. Matteo Previtiera

Progetto IDRAULICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Ing. Marianna Reggio

Coordinatore per la Sicurezza (in fase di Progettazione) I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Progetto STRUTTURALE  
 Responsabile ---  
 Collaboratori ---

Verifica accessibilità

Computi metrici e Capitolato F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Altro (Progetto prevenzione incendi)

Altro (Progetto aspetti vegetazionali)

Intervento/Opera

**Completamento degli interventi messi in sicurezza del rio S.Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina**

Municipio Centro Est I

Quartiere Oregina 11

N° prog. tav. -- N° tot. tav. --

Oggetto della tavola

**Relazione geologica**

Scala -- Data Maggio 2016

Tavola N° **R02**  
**E-G\_Tec**

Livello Progettazione **ESECUTIVO** **GEOTECNICO**

Codice GULP 13937 Codice PROGETTAZIONE 11.01.00 Codice OPERA Codice ARCHIVIO



COMUNE DI GENOVA

Completamento degli interventi di messa in sicurezza  
del rio S. Ugo in corrispondenza dei giardini di via  
Casaccia, a Genova Oregina.

PROGETTO ESECUTIVO

R02

RELAZIONE GEOLOGICA

Allegato:

A- Risultanze indagini geognostiche

B- Verifiche stato progetto

## 1. PREMESSE

### 1.1. Incarico e obiettivi

L'indagine in oggetto, si riferisce al progetto di sistemazione della scarpata posta tra la via Giovanni Casaccia a monte e via Paleocapa a valle dove gli eventi alluvionali recenti hanno determinato lo sfornellamento della copertura della tombinatura fossato S.Ugo che passa in profondità nell'impluvio. L'intervento per risoluzione del problema ha comportato la rimozione di una porzione consistente del versante e la sistemazione temporanea dei fronti di scavo con berlinesi.

Come Struttura di Staff, Geotecnica e Idrogeologia, ci occupiamo del ripristino del versante e della sistemazione dello stesso con la realizzazione di un giardino verde pubblico con particolare riguardo alla regimazione delle acque.

Viene redatta la presente relazione con lo scopo di verificare la compatibilità e l'idoneità geologico-tecnica dell'area impegnata dalle opere in esame, nonché a definire i vincoli e le modalità costruttive imposte dalla morfologia, dalla natura e dalla struttura dei terreni attraversati previa definizione delle caratteristiche geologico-geomorfologiche dei terreni medesimi.

COMUNE DI GENOVA

---

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

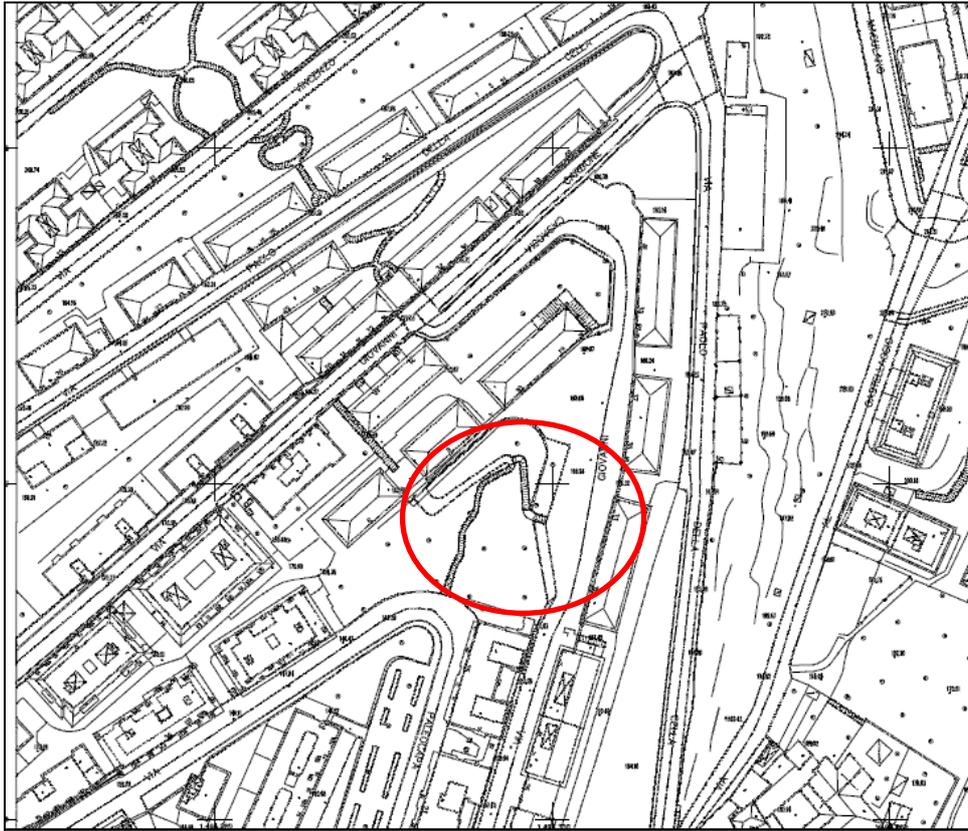


Figura 1 – Corografia dell’area oggetto di studio (stralcio CTC).

### 1.2. Riferimenti normativi

Per la stesura della presente relazione si è tenuto conto:

- Del Piano di Bacino dell’Ambito 14;
- Delle Norme Geologiche di Attuazione del nuovo P.U.C. del Comune di Genova;
- Della legge forestale Regione Liguria 22/84 (ex D.L.3267 del 30.12.1923) (Vincolo Idrogeologico);
- Delle Norme Tecniche sulle Costruzioni DM 14/01/2008.
- Del Regolamento di Attuazione della Legge Quadro sui LL.PP. - D.P.R. 21 dicembre 1999, n.544

### 1.3. Modalità di indagine

L’indagine geologica è stata articolata nel modo seguente:

- rilevamento geologico sul terreno;
- campagna geognostica nei pressi dell’intervento tramite sondaggi meccanici a rotazione, prove geotecniche in situ e prove sismiche;
- caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Sulla base degli elementi acquisiti si redige la relazione con indicazione dei criteri di intervento e delle prescrizioni operative.

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di studio è ubicata nel centro abitato genovese, nel quartiere di Oregina e risulta compresa tra la quota 151.00 m circa di via Paleocapa e la quota 166.00 circa di via Casaccia.

Con riferimento alla Carta Tecnica Regionale a scala 1:5000, l'area ricade interamente nel foglio 213163 – Genova.

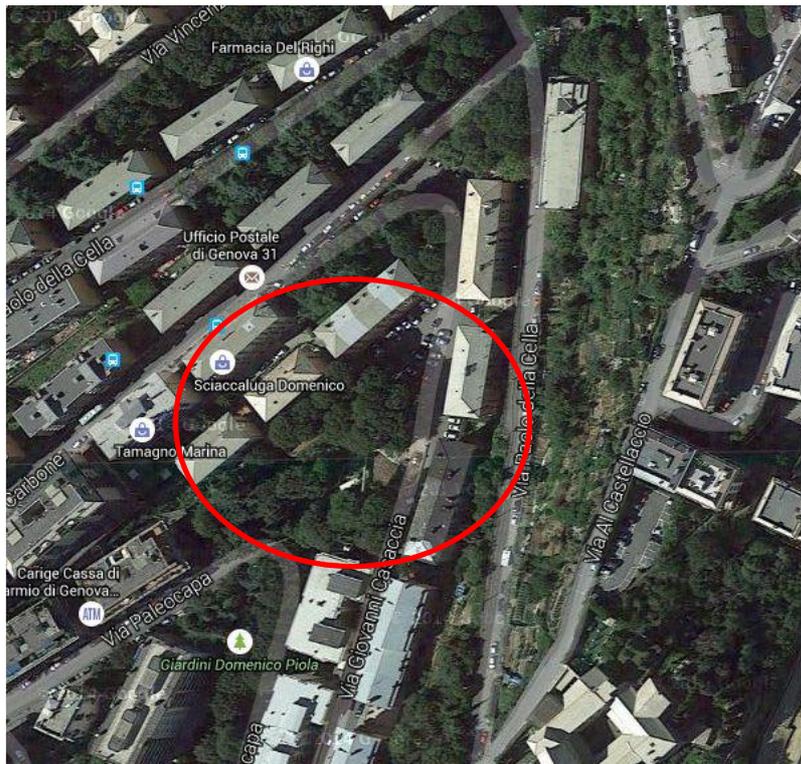


Figura 2 – Foto area della zona di intervento (Google maps).

## 3. QUADRO GEOLOGICO-NORMATIVO

Per quanto riguarda il PUC vigente del Comune di Genova, l'area di intervento risulta essere classificata come zona F Servizi sottozona FF.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

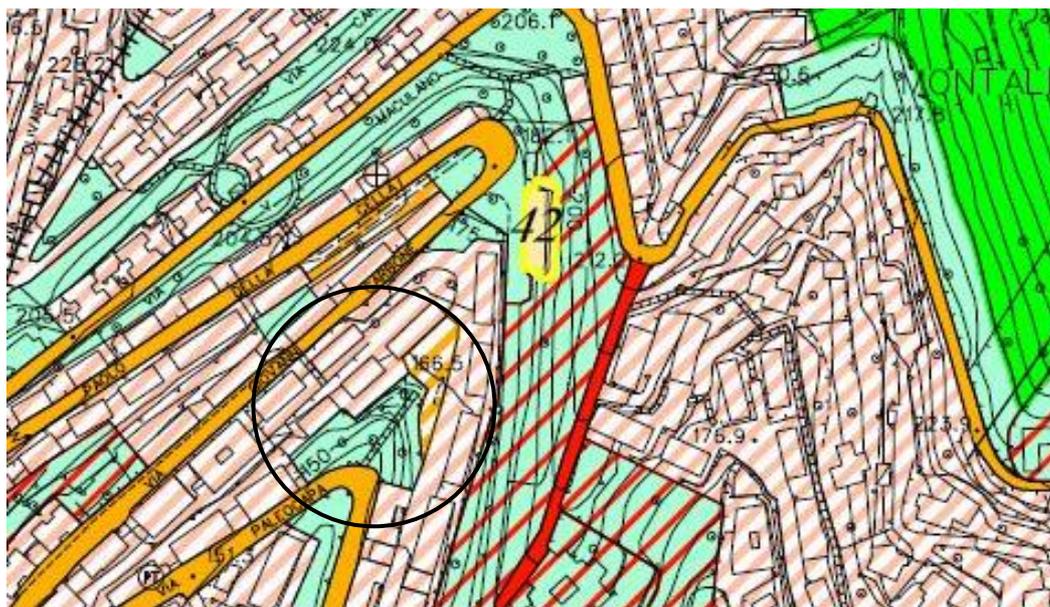


Figura 3 - Stralcio PUC vigente

Per quanto riguarda il PUC del progetto definitivo del Comune di Genova, che opera in salvaguardia l'intervento risulta essere classificato come servizi pubblici territoriali e di quartiere e parcheggi pubblici SIS\_S.

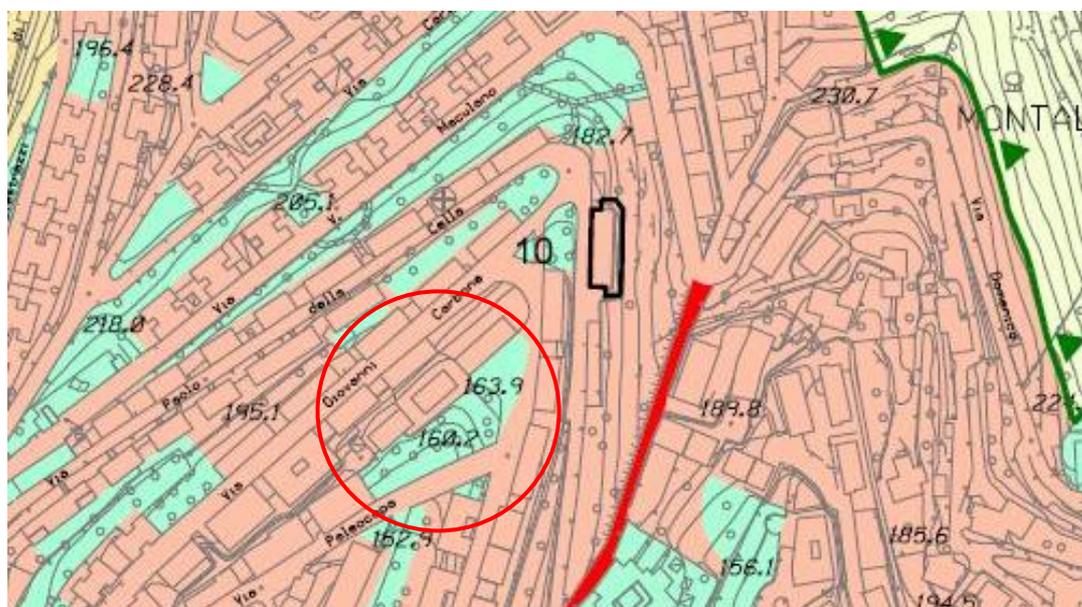


Figura 4 - Stralcio PUC adottato

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

L'area oggetto di intervento, **non ricade** in vincolo paesaggistico.

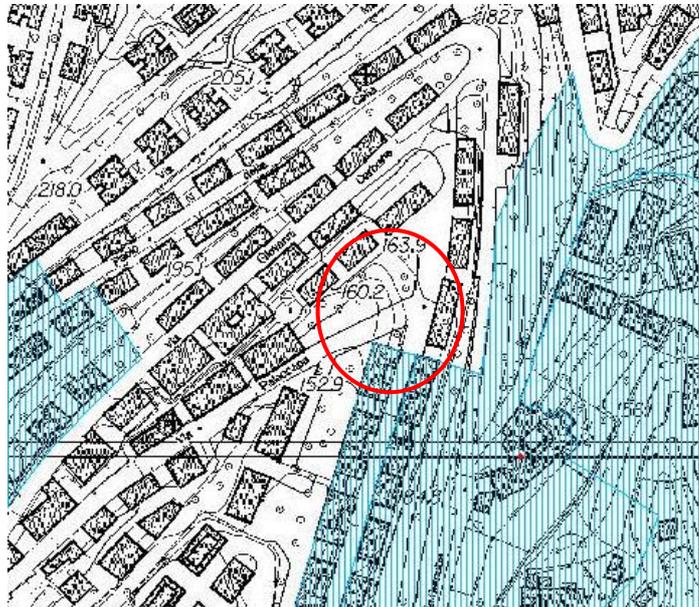


Figura 5 - Stralcio Carta dei Vincoli Paesaggistici

Per quanto concerne la carta di suscettività al dissesto dell'ambito 14 l'intervento risulta classificato Pg1, bassa.



**Figura 6 - Stralcio carta Suscettività al dissesto**

Per quanto concerne la carta del rischio dell'Ambito 14 l'area in esame risulta classificata come E3 centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, beni architettonici storici e artistici, principali infrastrutture.



**Figura 7 - Stralcio carta degli elementi a rischio**

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Per quanto riguarda la carta del PUC vigente per la zonizzazione e la suscettività d'uso del territorio, l'intervento rientra nella zona A<sub>β</sub> Area urbanizzate con suscettività d'uso non condizionata.



Figura 8 - Stralcio carta PUC vigente Zonizzazione e suscettività d'uso del territorio.

A riguardo del PUC adottato del Comune di Genova, per quanto concerne la carta dei vincoli idraulici imposti dai sovraordinati piani di bacino, l'intervento risulta interessato dal reticolo idrografico

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)



Figura 9 - Stralcio Carta PUC adottato vincoli geomorfologici ed idraulici

L'area d'intervento secondo la carta della zonizzazione geologica ricade in zona C aree con suscettività d'uso limitata.

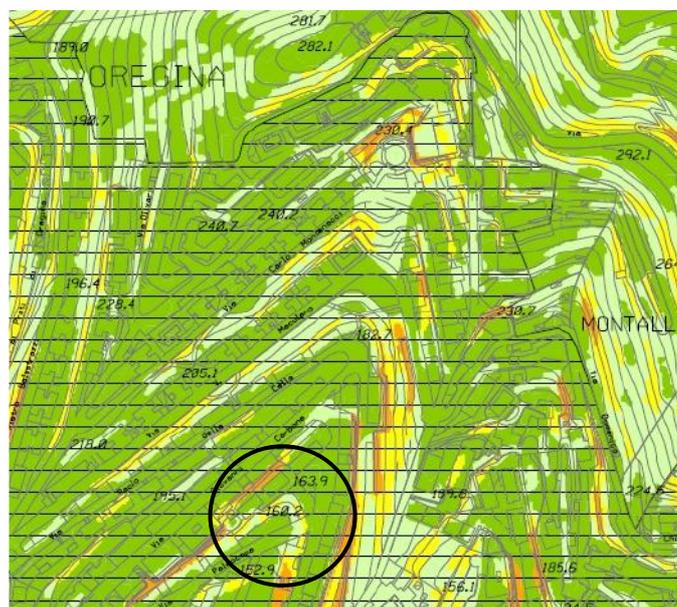


Figura 10 - Stralcio Carta PUC adottato vincoli zonizzazione del territorio

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

L'intervento non rientra nelle aree sottoposte a Vincolo idrogeologico

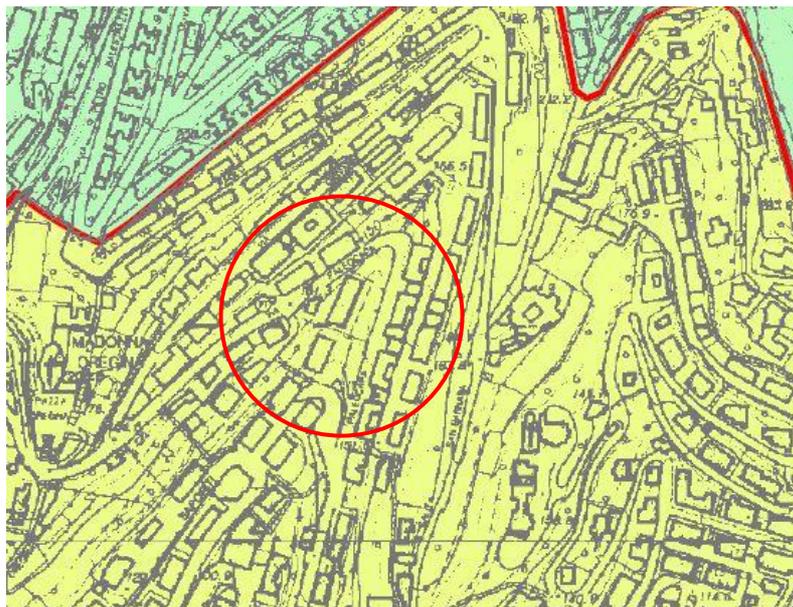


Figura 11 - Stralcio carta del vincolo idrogeologico

#### 4. GEOLOGIA

L'area oggetto di intervento ricade nell'Unità costituite da successioni a flysch, con torbiditi sia a prevalenza arenacea sia a prevalenza carbonatica, classicamente riferite al Dominio Ligure. Il

grado metamorfico è basso o bassissimo. Sono state distinte:

- Unità tettonica Antola
- Unità tettonica Ronco
- Unità tettonica Montanesi
- Unità tettonica Mignanego

Nell'area dove si interverrà, affiora solamente l'Unità tettonica Antola, che è un'unità non metamorfica, costituita da flysch ad Helmitoidi Auctt. (Formazione del M.te Antola) e dal relativo complesso di base (Argilliti di Montoggio). Dal punto di vista paleogeografico è da alcuni riferita al Dominio Ligure Esterno ed in particolare alla zona Ligure Interna (Elter e Marroni, 1991), tuttavia, secondo altri autori, la sua appartenenza al Dominio Ligure Interno o Esterno è ancora oggetto di discussione. L'età è attribuibile al Cretacico superiore. Rappresenta l'unità tettonica geometricamente più elevata, fra l'Unità Ronco alla base e la discordante successione del Bacino terziario Piemontese al tetto, L'assetto tettonico dell'Unità è caratterizzato dalla sovrapposizione di diversi eventi plicativi: sono quindi presenti sia settori dove prevalgono superfici di strato a giacitura normale sia settori dove occorrono giaciture a polarità rovesciata.

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

La Formazione del Monte Antola, è la litostratigrafia presente nella zona d'intervento. Si tratta di torbiditi calcareo-marnose con strati di spessore fino a plurimetrico di calcareniti, marne e marne calcaree, alternate ad argilliti emipelagiche in strati centimetrici. La presenza di sequenze incomplete di Bouma Tb-e, Tc-e e Td-e, le strutture sedimentarie presenti soprattutto alla base degli strati e la scarsa presenza di strutture erosive fanno ipotizzare una deposizione da correnti di torbidità a bassa densità, in un ambiente deposizionale di piana abissale.

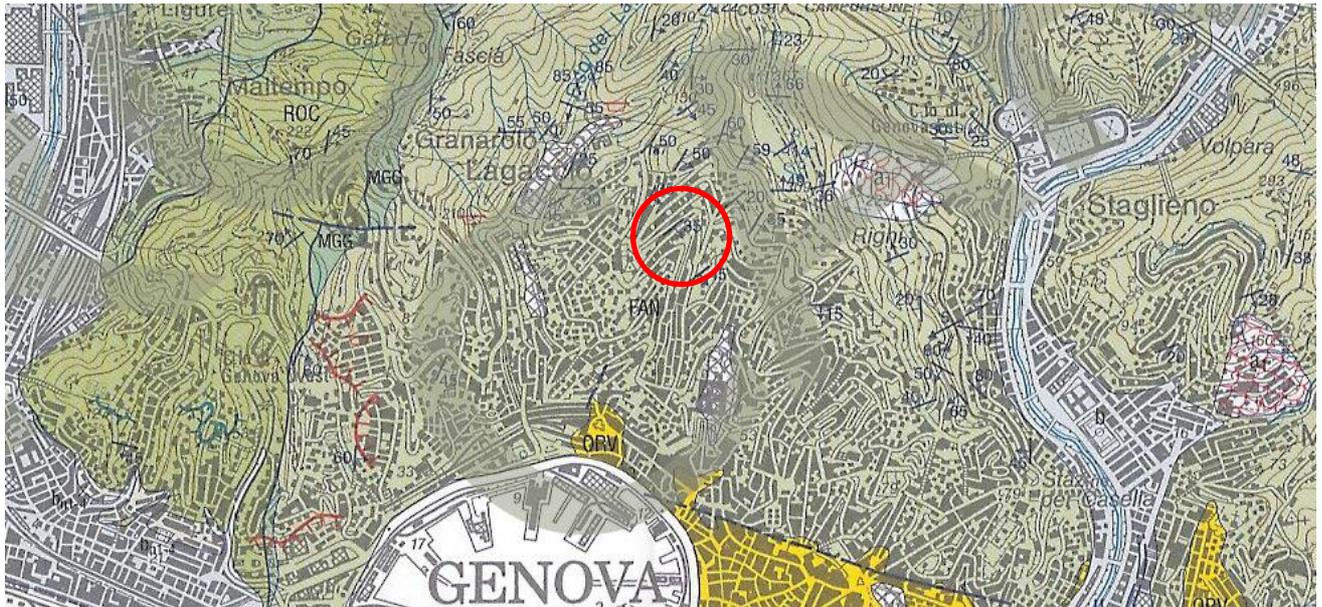


Figura 12 - Stralcio cartografia CARG

Da un punto di vista tettonico, l'Unità Antola ha la posizione strutturale più elevata ed è sovrascorsa sulle Unità Liguri Interne. Rispetto a queste ultime, l'Unità Antola presenta un grado minore di tettonizzazione nonostante siano presenti più fasi di piegamento (Marini, 1981). Le condizioni metamorfiche delle deformazioni sono confinate alla diagenesi. All'interno dell'Unità Antola è stata riconosciuta una storia plicativa polibasica caratterizzata da almeno due fasi formative principali e due fasi secondarie.

La prima fase deformativa (D1) è caratterizzata da pieghe (F1) da chiuse ad aperte (angolo tra i fianchi compreso tra  $30^\circ$  e  $80^\circ$ ) con dimensioni variabili da metriche a chilometriche. Le pieghe

F1 sono molto diffuse sia alla scala dell'affioramento sia alla scala cartografica e sono caratterizzate da estesi fianchi rovesciati e superfici assiali debolmente inclinate. Nelle argilliti le pieghe F1 sono subsoclinali e fortemente non cilindriche. Il senso di ribaltamento delle strutture risulta verso W. La seconda fase deformativa D2 è caratterizzata da pieghe F2 da chiuse a mediamente aperte. Le pieghe F2 sono di tipo concentrico a lunghezza d'onda

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

variabile in funzione delle caratteristiche litologiche delle formazioni; sono inoltre caratterizzate dalla associazione di set di joint sub-verticali. Le pieghe F2 hanno superficie assiale da sub-verticale a mediamente inclinata verso W-SW.

Le strutture plicative associate alle fasi secondarie (deformazioni D3 e D4) sono meno evidenti sull'affioramento. La terza fase D3 è caratterizzata da pieghe generalmente aperte fortemente asimmetriche, con superficie assiale debolmente immergente verso W. Il piegamento è di tipo concentrico e sviluppato a livelli strutturali superficiali. A questo si associa un clivaggio di crenulazione raramente pervasivo e spesso presente solo nelle zone di cerniera. La quarta fase D4 è stata definita poiché sono state riscontrate pieghe molto blande piuttosto rare che generano delle ondulazioni a grande lunghezza d'onda che non sembrano direttamente associabili alla D3. Hanno superficie assiale da sub-verticale a molto inclinata e con direzioni degli assi attorno a 120°-140° debolmente inclinate, che ripiegano l'edificio strutturale. Si tratta di pieghe di tipo concentrico a grande lunghezza d'onda, individuabili a scala cartografica e caratterizzate dalla presenza di un sistema di joint sub-verticali. Le pieghe della fase D4 sono riconoscibili anche nella successione del Bacino terziario Piemontese; ciò indica che il loro sviluppo è post-oligocenico.

**Tabella 1 - Riassunto delle principali fasi deformative nell'Unità Antola**

Deformazione	Evento tettonico	Strutture	Vergenza
D <sub>1</sub>	messa in posto	pieghe da chiuse ad aperte, accompagnate da clivaggio, a piano assiale poco inclinato	top to NE
D <sub>2</sub>	messa in posto	pieghe aperte, a grande lunghezza d'onda, a piano assiale sub-verticale	indistinta

## 5. GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

Da un punto di vista geomorfologico l'area in esame è caratterizzata da pendenze medie (acclività compresa tra il 35% e il 50%), con esposizione dei versanti a SW. Generalmente la roccia è subaffiorante in buone condizioni di conservazione. L'aspetto dell'areale è quello tipico delle fasce collinari e montuose che risiedono immediatamente alle spalle della linea costiera. Si tratta di zone ad acclività da intermedia a elevata (soprattutto verso i rilievi e lungo le profonde incisioni torrentizie), con frequenti cambi di pendenza dovuti alla presenza di contatti geologici tra litotipi a differente erodibilità ed alla presenza localizzata di potenti masse detritiche legate a processi morfodinamici di pendio, anche antichi (paleofrane).

Da un punto di vista idrogeologico, i terreni oggetto di studio sono permeabili per fessurazione e/fratturazione, ma vi è una zona sostanzialmente impermeabilizzata data dall'urbanizzazione.

### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Si rimanda alla relazione idraulica RO3 allegata al progetto per lo studio idrologico.

## 6. INDAGINI EFFETTUATE

Per indagare le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni sul quale insisteranno le opere a progetto si è svolta una campagna di indagini geognostica consistente in:

- Realizzazione di n° 1 sondaggio geognostico, a rotazione ed a carotaggio continuo, ad andamento verticale, sospinto sino ad una quota di 30.00 m dal p.c. eseguito a monte della zona di intervento,
- Realizzazione di n°1 sondaggio geognostico, a rotazione ed a carotaggio continuo, ad andamento verticale, sospinto sino ad una quota di 20.00 m dal p.c. eseguito a valle della zona di intervento;
- Esecuzione di prove Standard Penetration Test ad intervalli di 1.50 m;
- Esecuzione di prospezione Down Hole all'interno della verticale S1,
- Esecuzione di indagine Ground Penetrating Radar per la verifica dei sottoservizi presenti presso Via Casaccia.

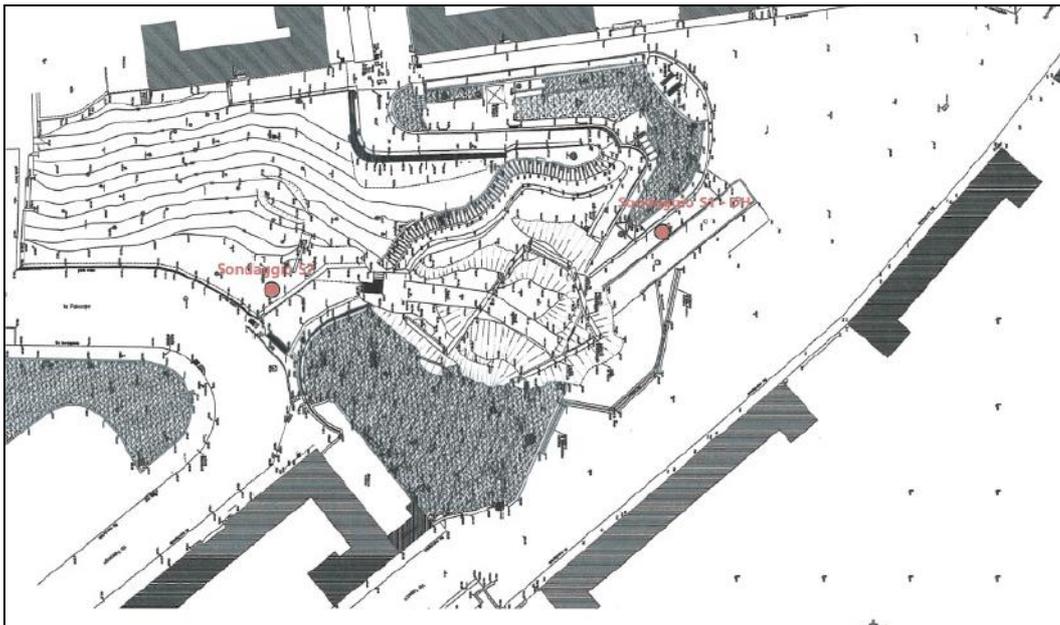


Figura 13 - Corografia con ubicazione sondaggi

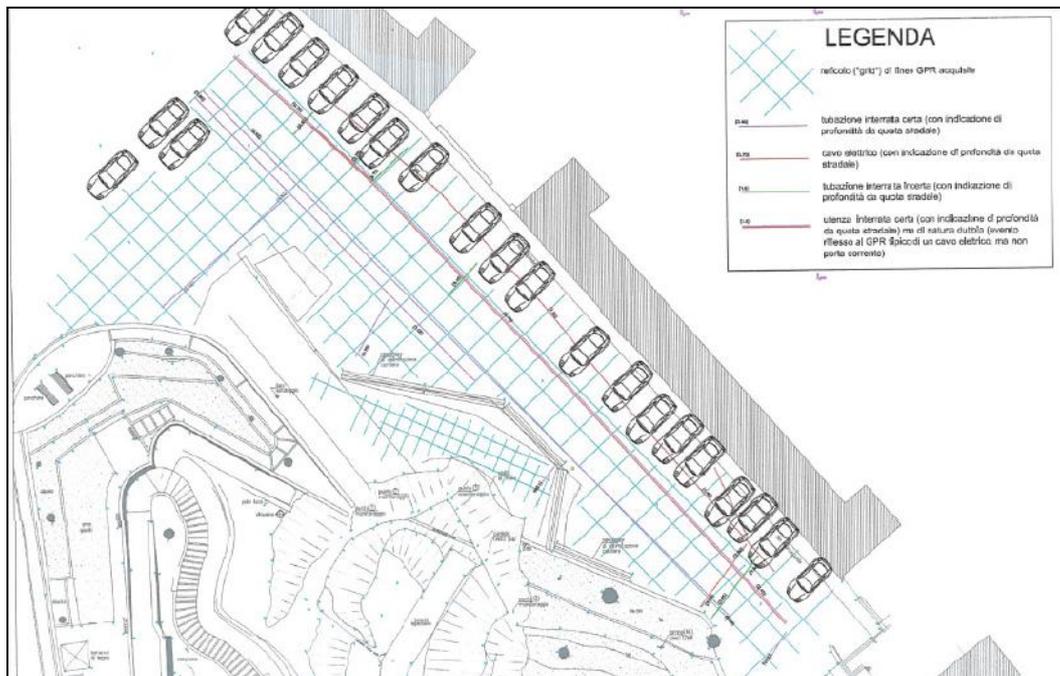
COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)



**Figura 14 - Corografia indagini Radar**

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

## 7. MODELLO GEOLOGICO

Dallo studio delle indagini effettuate emerge come il sito in esame sia caratterizzato da un sistema stratigrafico costituito da quattro livelli che possono così essere descritti:

- Materiali di riporto
- Terreno rimaneggiato
- Substrato roccioso ridotto in breccia (cappellaccio d'alterazione Calcari del M.te Antola)
- Substrato roccioso da molto a moderatamente fratturato (Formazione Calcari M.te Antola)

Si riporta la stratigrafia dei due sondaggi nel dettaglio.

Nel sondaggio S1, posto a quota 164,71, i primi 10 m dal p.c. sono di riporto e terreno rimaneggiato rappresentato da sabbia limoso-argillosa con ghiaia e frammenti lapidei eterometrici di colore grigio scuro. Nei successivi tre metri si incontra un terreno rimaneggiato rappresentato da ghiaia sabbioso argillosa con frammenti lapidei eterometrici di colore marrone. Dalla profondità di 13 m fino a fondo foro (30 m) si incontra il substrato roccioso (Calcari del M.te Antola) con intensità di fratturazione diversa.

Nel sondaggio S2, posto a quota 147,20 m, dal p.c. fino a 4.40 m di profondità si trova riporto e terreno rimaneggiato rappresentato da sabbia limoso-argillosa con ghiaia e frammenti eterometrici di colore marrone. Dai 4.40 m fino ai 5.10 m c'è in substrato roccioso ridotto in breccia; dai 5.10 m fino a fondo foro (20 m) il substrato roccioso è più competente con gradi di fratturazione e alterazione diversi.

Si rimanda all'allegato A Rapporto indagini geognostiche per le schede tecniche dei sondaggi.

## 8. MODELLO GEOTECNICO

Sulla base dei dati derivanti dalle indagini geognostiche eseguite, è stato possibile eseguire una caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dall'intervento che ha permesso indagare la stratigrafia di dettaglio e le caratteristiche geotecniche dell'ammasso roccioso.

I valori dei parametri geotecnici principali possono essere così riassunti:

- **Materiale di riporto**

angolo di attrito	$\Phi' = 29^\circ$
peso di volume	$\gamma_{dry} = 15,59 \text{ KN/m}^3$
coesione	$c' = 0 \text{ KPa}$

- **Terreno rimaneggiato**

angolo di attrito	$\Phi' = 30^\circ$
-------------------	--------------------

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

peso di volume  $\gamma_{\text{dry}} = 15,59 \text{ KN/m}^3$   
 coesione  $c' = 0 \text{ KPa}$

- **Cappellaccio di alterazione dei Calcari dell'Antola**

angolo di attrito  $\Phi' = 31^\circ$   
 peso di volume  $\gamma_{\text{dry}} = 16,57 \text{ KN/m}^3$   
 coesione  $c' = 0 \text{ KPa}$

- **Substrato roccioso molto fratturato**

angolo di attrito  $\Phi' = 38^\circ$   
 peso di volume  $\gamma_{\text{dry}} = 19,52 \text{ KN/m}^3$   
 coesione  $c' = 29,41 \text{ KPa}$

- **Substrato roccioso moderatamente fratturato**

angolo di attrito  $\Phi' = 45^\circ$   
 peso di volume  $\gamma_{\text{dry}} = 25,50 \text{ KN/m}^3$   
 coesione  $c' = 49 \text{ KPa}$

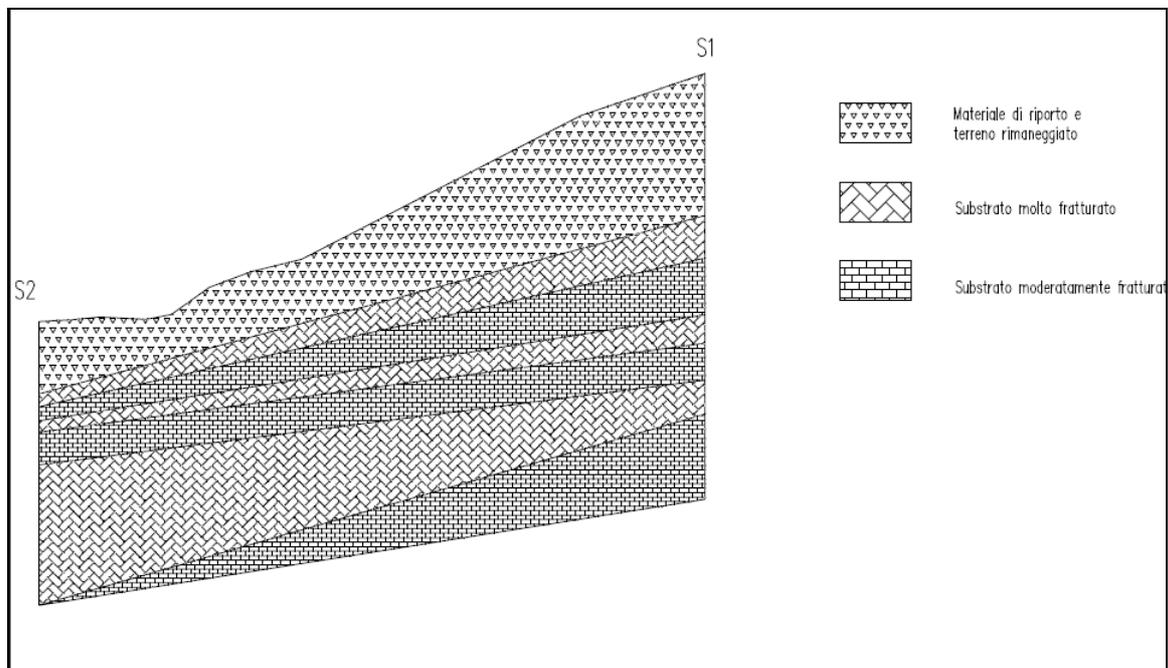


Figura 15 - Sezione stratigrafica

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

## 9. PARAMETRIZZAZIONE SISMICA

Con la D.G.R. 19/11/10, n. 1362, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Liguria (B.U.R.L.) n. 50 del 15/12/10, parte II, e stata approvata la nuova classificazione sismica (che ha sostituito la precedente di cui alla D.G.R. 24/10/08, n. 1308), entrata in vigore il 1° gennaio 2011, e il quartiere di Marassi è stato inserito in classe sismica 4 con pga compreso tra 0.05 e 0.15 g. Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante approccio "sito dipendente" attraverso la determinazione di coefficienti sismici, il cui parametro di riferimento è la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità dal piano di fondazione ( $V_{s30}$ ).

Nella tabella seguente si riporta la suddivisione in tipologie di suolo relative ai valori di  $V_{s30}$ .

**Tabella 2- Suddivisione dei terreni come riportato dalle NTC 2008**

<b>A</b>	<b>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</b> caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	<b>Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</b> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	<b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</b> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	<b>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti</b> , con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
<b>S1</b>	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti

### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

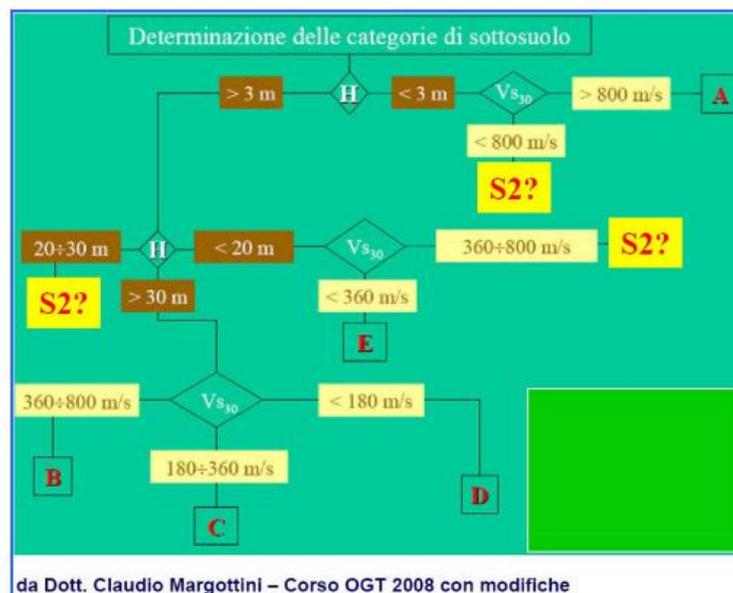
16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Ai fini di trovare il valore delle  $V_{s30}$  dell'area oggetto di studio è stata effettuata una prova down hole nel sondaggio S1 in cui si riscontra un valore di  $V_{s30}$  pari a **756 m/s**. Dal rapporto delle indagini geognostiche, allegato A della presente relazione, risulta che *applicando "rigidamente" la Norma, considerando la presenza di coperture sciolte (principalmente riporti) di potenza pari a 12.0 m ovvero compresa tra 3.0 m e 20.0 m e  $V_{s30} = 756$  m/s (quindi  $360 < V_{s30} < 800$ ), si andrebbe a ricadere nella categoria "S2" ("Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti").*

*Si rimanda a tal proposito al diagramma a blocchi seguente.*

**Tabella 3 - Diagramma a blocchi dal Quaderno "Modellazione sismica e stabilità alla liquefazione"**



La pubblicazione "Modellazione sismica e stabilità alla liquefazione" (...) fornisce delucidazioni e linee guida in materia di definizioni della categoria di sottosuolo ex D.M. 14.01.08. Nel caso di spessore di coltri maggiore di 3 m e inferiore o uguale a 20 m, la pubblicazione recita testualmente:

Caso 1) Spessore della copertura  $\leq 20$  m

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Per la categoria E appare poco cautelativo individuare nei suoli tipo C e D, aventi  $V_{s30}$  inferiori a 360 m/s, i terreni "pericolosi", senza un riferimento specifico al contrasto di rigidità sismica tra copertura e bedrock: coperture anche più "veloci" delle categorie C e D possono risultare ugualmente pericolose in funzione di una velocità del bedrock superiore agli 800 m/sec. In quest'ottica possono risultare di grande aiuto anche le misure di rumore sismico ambientale a stazione singola. Partendo dal presupposto che il contrasto minimo di velocità sismica per entrare in categoria di sottosuolo E 2.2, è ragionevole assumere, in presenza di spessori della copertura  $\leq 20$  m anche vale  $V_{contr} = 800/360$  con velocità superiore a 360 m/sec ma con contrasto di velocità  $V_{contr} \geq 2.2$ , categoria di sottosuolo E. Nel nostro caso si è provveduto a calcolare il contrasto di rigidità sismica riferito al p.c. tra le coltri e il bedrock.

$$V_s \text{ coperture} = V_s_{1-12} = 470 \text{ m/s}$$

$$V_s \text{ bedrock} = V_s_{13-30} = 1273 \text{ m/s}$$

$$V_{contr} = V_s \text{ bedrock} / V_s \text{ coperture} = 1273/470 = 2.7 (>2.2)$$

A seguito del contrasto di rigidità riscontrato **la categoria di sottosuolo riferita al p.c. è effettivamente la E**. [estratto da Rapporto Indagini Geognostiche, m3d costruzioni speciali, pagg19-21, allegato A]

Per quanto riguarda le categorie di sottosuolo stabilite nella tab. 3.2.IV delle NTC 2008, i terreni in esame rientrano nella categoria T2.

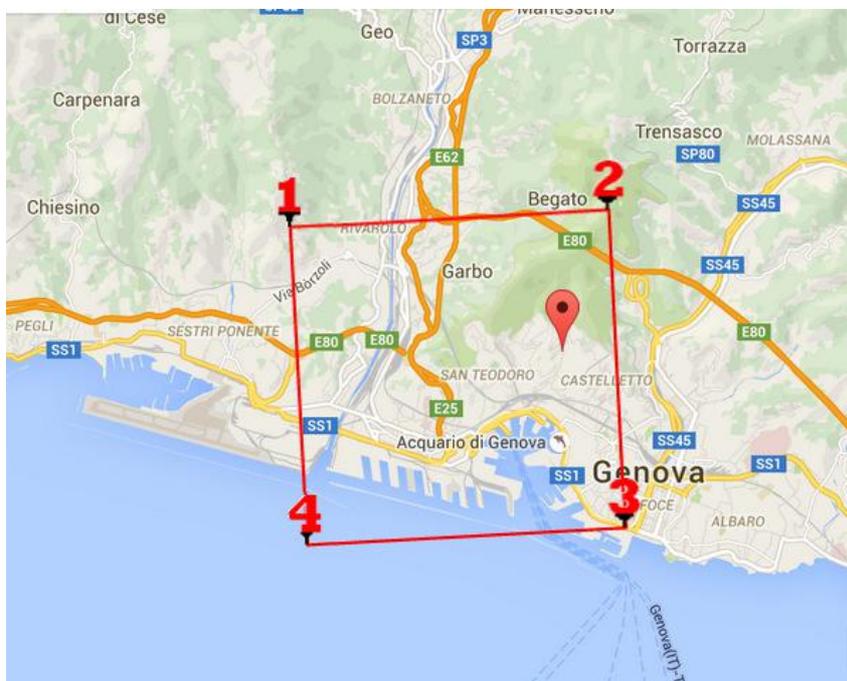


Figura 16 - Sito in esame con i vertici della maglia di appartenenza.

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Per la stima della pericolosità sismica, si sono considerati i seguenti parametri d'ingresso.

**Sito in esame.**

Latitudine: 44,425492°

Longitudine: 8,928569°

Classe d'uso: II - Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 anni

**Siti di riferimento.**

	ID	Latitudine (°)	Longitudine (°)	Distanza (m)
Sito 1	16695	44,444970	8,868443	5242,2
Sito 2	16696	44,447680	8,938303	2585,4
Sito 3	16918	44,397740	8,942104	3267,8
Sito 4	16917	44,395040	8,872318	5606,2

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

**Parametri sismici**

Categoria sottosuolo: E

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1,0

Si ottengono così i valori di riferimento riassunti nella tabella sottostante

	Prob. superamento (%)	Tr (anni)	Ag (g)	Fo (-)	Tc* (s)
Operatività (SLO)	81	30	0.023	2.537	0.185
Danno (SLD)	63	50	0.030	2.525	0.207
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0.069	2.533	0.286
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0.089	2.527	0.296

Con i valori di riferimento, si sono calcolati i seguenti coefficienti sismici riassunti nella tabella sottostante

	Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax (m/s <sup>2</sup> )	Beta
SLO	1.600	2.260	1.200	0.009	0.004	0.441	0.200
SLD	1.600	2.160	1.200	0.011	0.006	0.564	0.200
SLV	1.600	1.900	1.200	0.027	0.013	1.305	0.200
SLC	1.600	1.870	1.200	0.034	0.017	1.681	0.200

**10.1 Probabilità di liquefazione dei terreni****COMUNE DI GENOVA**

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

I terreni in oggetto, sono costituiti da coltre detritica, passante gradualmente al sottostante capellaccio di alterazione del substrato roccioso, costituita da sabbia limoso-argillosa con ghiaia e frammenti lapidei passante a ghiaia sabbioso-argillosa con frammenti lapidei. Il substrato roccioso è costituito da calcare marnoso da fratturato/molto fratturato con giunti alterati, alternato a calcare marnoso moderatamente fratturato con giunti poco alterati. Durante le perforazioni non è stata intercettata la falda.

Una delle condizioni essenziali per rendere possibile la liquefazione dei terreni in caso di sisma, è che i terreni interessati devono avere una granulometria variabile tra i limi non plastici e le sabbie da fini a medie con un contenuto in fine variabile da 0÷25 %. Dal rilevamento sul posto e dai sondaggi è emerso che la granulometria dei materiali di riporto e il terreno rimaneggiato non sono costituiti da materiali fini; inoltre la roccia in buone condizioni di conservazione si incontra tra i 10 m e i 17 m di profondità dal p.c., per cui i fattori geologico-tecnici di predisposizione non sono presenti.

Oltre alla curva granulometrica dei terreni non predisponente si deve sottolineare che dovrebbe essere presente una falda permanente (condizione essenziale perché possa avvenire la liquefazione dei terreni); i sondaggi effettuati sono stati spinti fino alla profondità di 30 m per S1 e 20 m per S2 dal p.c. e non è stata riscontrata la presenza di falda. Con queste condizioni geologiche e idrogeologiche di base, si può considerare che i terreni presenti in condizioni di progetto, **non sono suscettibili al fenomeno della liquefazione** in caso di sisma.

## 10. CRITICITA' IDROGEOLOGICHE

A seguito dei recenti intensi eventi alluvionali, la zona oggetto di studio è stata soggetta ad fenomeni franosi del piccolo versante naturale che si trova tra via Casaccia a e via Paleocapa. Attraverso somme urgenze il Comune di Genova era già intervenuto con la realizzazione di due palificazioni poste a quota diversa. Alla base del versante, vi è un accesso per la manutenzione della tombinatura del Rio S.Ugo.

La quasi assente regimazione delle acque superficiali che arrivano da monte, con l'ultimo evento alluvionale le acque si sono riversate sul versante con una certa velocità, saturando il terreno e causando il cedimento dello stesso.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)



**Foto 1 - Panoramica area d'intervento.**



**Foto 2 - Svuotamento copertura della tombinatura di Rio S.Ugo**

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)



Foto 3 - Area interessata dall'intervento di messa in sicurezza del versante



Foto 4 - Particolare berlinese già realizzata

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)



Foto 5 - Particolare della scala in metallo di collegamento con la preesistente rampa pedonale



Foto 6 - Ciglio di frana

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)



Foto 7 - tratto stradale di via G. Casaccia priva di regimazione delle acque bianche

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

## 11. INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE E MESSA IN SICUREZZA

Il progetto consta nel ripristino del versante e nella sistemazione dello stesso con la realizzazione di un giardino verde pubblico con particolare riguardo alla regimazione delle acque.

Questo intervento si realizzerà impiegando la tecnica dell'ingegneria naturalistica delle terre rinforzate, che sono uno strumento costruttivo geotecnico molto utilizzato nella realizzazione di rilevati in terra per opere di contenimento di sottoscarpa e di controripa in ambito stradale o di versante. Il concetto fondamentale che sta alla base di questa tecnica costruttiva è quello di inserire un rinforzo con elevate caratteristiche di resistenza e rigidità che consenta di migliorare la resistenza al taglio disponibile nell'ammasso terreno/struttura; elevando sensibilmente le caratteristiche resistenti, rispetto a quanto posseduto dal solo terreno, permettendo la realizzazione di rilevati in terra ad alto angolo.

La profilatura del versante verrà dunque realizzato attraverso una serie di gradoni, che permetteranno inoltre di creare un percorso "nel verde" con l'installazione di giochi per bambini.

A questo intervento sarà associato un'adeguata regimazione delle acque superficiali, con la realizzazione di canalette e griglie che favoriranno la raccolta e il deflusso delle stesse. Inoltre a tergo dei gradoni delle terre rinforzate, verrà installato un pannello tipo Gabbiodren per drenare il terreno sottosuperficiale per evitare l'aumento delle pressioni interstiziali.

Per una migliore visualizzazione e descrizione degli interventi si rimanda alle tavole di progetto allegate e alla RO1\_Relazione Tecnica.

## 12. FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO

In relazione agli obiettivi di cui al paragrafo 1.1, l'area è da ritenersi idonea all'intervento in progetto, poiché l'intervento si configura come migliorativo da un punto di vista idraulico, poiché gli interventi di regimazione delle acque ruscellanti, convogliano i deflussi superficiali in apposite canalette e saranno smaltiti in sicurezza. Inoltre, l'impiego delle terre rinforzate permetterà di mettere in sicurezza in versante oggetto di studio, stabilizzandolo.

## 13. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

A seguito dell'incarico di "Stabilizzazione e messa in sicurezza idrogeologica della strada e scarpata dell'area compresa tra via Paleocapa e via Casaccia a Genova Oregina", è stato svolto uno studio geologico volto a considerare le caratteristiche dell'area di intervento. Ai sopralluoghi effettuati in zona è stata affiancata una campagna di indagini geognostiche per lo studio di dettaglio dei litotipi costituenti il terreno su cui si fonderà e realizzerà l'opera in oggetto. Da ciò è emerso che ci sono quattro orizzonti principali:

- Materiale di riporto
- Terreno rimaneggiato
- Cappellaccio d'alterazione del substrato
- Substrato roccioso più o meno fratturato

L'elaborazione dei dati provenienti dalle indagini effettuate, fornisce caratteristiche geotecniche dei litotipi piuttosto scadenti, con la presenza di fratture alterate e scabre nel cappellaccio d'alterazione.

L'intervento a progetto, ha proprio come finalità la realizzazione di una scarpata in terra con elementi di rinforzo in rete metallica a doppia torsione che fornisce al rilevato maggior resistenza alla trazione. Inoltre, associamo a questa tecnica una rete di raccolta idrica al fine di rallentare e convogliare le acque superficiali, che saranno smaltite attraverso appositi scarichi.

Concludendo, dunque, si ritiene che gli effetti della realizzazione delle opere a progetto saranno migliorativi rispetto alla situazione attuale; oltre a ciò le tecniche adottate possiedono caratteristiche di inserimento nel paesaggio ottimali, restituendo la zona a verde che vi era.

## 14. CONFORMITA' NORMATIVA

### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

La presente relazione risulta conforme agli adempimenti del D.M. LL.PP.11/3/88, alle Norme Tecniche sulle Costruzioni D.M. 14.01.2008, al Piano di Bacino Stralcio Torrente Varenna e a quanto prescritto dalle Norme Geologiche di Attuazione del P.U.C. del Comune di Genova, relativamente alla zona C della carta di zonizzazione del P.U.C. vigente ai fini e per gli effetti di cui all'art. 2, comma 60 della legge 662 del 23/12/1996.

Il Capoprogetto  
Geol. Giuseppe Caggia

I collaboratori:

Geom. Enrico Ballarino

Dott. Antonietta Franzè

02	05/2016	SECONDA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
01	11/2015	PRIMA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

# COMUNE DI GENOVA



## AREA TECNICA

Direttore Generale Area Arch. Laura PETACCHI

## DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

Direttore Arch. Mirco GRASSI

## STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA

Responsabile Geol. Giorgio GRASSANO

Progetto **11.01.00**

Geom. Giuseppe CAGGIA

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO

Geom. Giorgio GRASSANO

### Progetto GEOTECNICO - IDROGEOLOGICO

F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
Geom. Giuseppe Caggia  
Geom. Antonietta Franzè  
Geom. Enrico Ballarino

### Rilievi

Responsabile  
Collaboratori

F.D.T. Geom. Ivano Bareggi  
F.S.T. Geom. Bartolomeo Caviglia  
I.S.T. Dott. Matteo Previtiera

### Progetto IDRAULICO

Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
Collaboratori Ing. Marianna Reggio

Coordinatore per la Sicurezza (in fase di Progettazione)

I.S.T. Geom. Marco Terenzio

### Progetto STRUTTURALE

Responsabile ---  
Collaboratori ---

Verifica accessibilità

### Computi metrici e Capitolato

F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Altro (Progetto prevenzione incendi)

Altro (Progetto aspetti vegetazionali)

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S. Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina

Municipio Centro Est I

Quartiere Oregina 11

N° prog. tav. -- N° tot. tav. --

Scala -- Data Maggio 2016

Allegato A\_ Risultanze indagini geognostiche

Tavola N°

ESECUTIVO

GEOTECNICO

Codice PROGETTAZIONE 11.01.00

Codice OPERA

Codice ARCHIVIO

al. A\_R02  
E-G\_Tec



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)



COMUNE DI GENOVA

AREA TECNICA

SETTORE PROGETTAZIONE E OPERE PUBBLICHE

COMMITTENTE

## RAPPORTO INDAGINI GEOGNOSTICHE

PROGETTO INERENTE L'INTERVENTO "GIARDINI TRA VIA CASACCIA E VIA  
PALEOCAPA: VORAGINE SOPRA TOMBINATURA FOSSATO S.UGO. RIPRISTINO DEL  
VERSANTE CON SISTEMAZIONE A VERDE " .

COMUNE DI GENOVA  
PROVINCIA DI GENOVA

Genova, 30\_04\_2015

Dott. Geol. Luca Maldotti  
(Direttore Tecnico Indagini Geognostiche)

**Sede Operativa e uffici** Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
**Sede Legale** Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

---

## INDICE

---

1. PREMESSA	03
2. SONDAGGI GEOGNOSTICI	04
2.1 PERFORAZIONE	04
2.2 STRATIGRAFIA	05
3. PROVE GEOTECNICHE IN SITU	07
3.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE S.P.T.	07
4. INDAGINE GEOFISICA	08
4.1 PROSPEZIONE DOWN-HOLE	08
4.2 INDAGINE GROUND PENETRATING RADAR	21

---

## ALLEGATI AL TESTO

---

1. COROGRAFIA
2. PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI
3. DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. S1
4. DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. S2
5. ELABORATI INDAGINE GPR

---

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889  
F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)  
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

---

## 1. PREMESSA

L'Impresa M3D Costruzioni Speciali S.r.l. è stata incaricata dal COMUNE DI GENOVA – Area Tecnica, Settore Progettazione ed Opere Pubbliche, mediante affidamento, ai sensi dell'art. 125 comma 11 D.Lgs. 163/2006, di eseguire una campagna di indagini geognostiche nell'ambito della progettazione dell'intervento di "Ripristino del versante e sistemazione a verde dei giardini tra Via Casaccia e Via Paleocapa: voragine sopra tombinatura Fossato S.Ugo", in Comune di Genova GE.

La campagna di indagini geognostiche ha avuto inizio il giorno 16 Aprile 2015 ed ha avuto termine il giorno 30 Aprile 2015.

L'appalto, ha previsto la realizzazione delle seguenti lavorazioni:

1. Approntamento cantiere e recinzione delle aree di lavoro;
2. Realizzazione di N°1 sondaggio geognostico, a rotazione ed a carotaggio continuo, ad andamento verticale, sospinto sino ad una quota di 30.00 ml. da p.c., eseguito all'interno dell'edificio da demolire, allestito con tubazione per prova in foro del tipo Down Hole;
3. Realizzazione di N°1 sondaggio geognostico, a rotazione ed a carotaggio continuo, ad andamento verticale, sospinto sino ad una quota di 20.00 ml. da p.c.,;
4. Esecuzione di prove Standard Penetration Test ad intervalli di 1.50 ml.;
5. Esecuzione di prospezione Down Hole all'interno della verticale S1;
6. Esecuzione di indagine Ground Penetrating Radar per la verifica dei sottoservizi presenti presso la Via Casaccia;
7. Rimozione del cantiere.

Si rimanda ai paragrafi successivi per la verifica delle singole voci.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889  
F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)  
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

## 2. SONDAGGI GEOGNOSTICI

### 2.1 PERFORAZIONE

La perforazione, è stata condotta eseguendo un sondaggio geognostico a carotaggio continuo con una perforatrice idraulica Beretta T45 montata su cingoli gommati, avente le seguenti caratteristiche:

- Velocità di rotazione: 550 rpm
- Coppia massima: 650 Kgm
- Corsa continua: 350 cm
- Spinta: 4000 Kg
- Tiro: 4000 Kg
- Pompa per fluidi di perforazione pressione 50 Bar portata 200 lt

Durante l'avanzamento nei terreni sciolti sono stati utilizzati carotieri semplici con valvola a sfera in testa e calice per perforazione a secco, muniti di corone ad inserti di widia, con le seguenti caratteristiche:

Diametro nominale  $\varnothing_{est}$  = 101 / 116 mm  
Lunghezza utile L = 150 cm.



Per il campionamento del substrato roccioso è stato utilizzato un carotiere doppio (T2/T6/T6S), con una debole circolazione di acqua, utilizzando corone diamantate, con le seguenti caratteristiche:

Diametro nominale  $\varnothing_{est}$  = 101 / 116 mm  
Lunghezza utile L = 150 cm.



**Sede Operativa e uffici** Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
**Sede Legale** Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

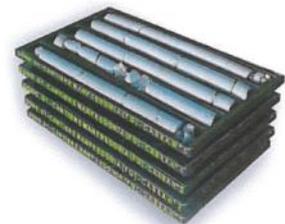
Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

In assenza di sufficiente autosostentamento delle pareti del foro ad ogni manovra di carotaggio è seguita una manovra di rivestimento utilizzando tubi di diametro 127 / 140 mm, dotati di una scarpa ad inserti di widia. Le operazioni di rivestimento, viste le caratteristiche litologiche dei terreni attraversati, hanno richiesto un debole circolazione di acqua.



Le carote provenienti dalle perforazioni sono state ordinate in successione continua, entro apposite cassette catalogatrici in pvc di centimetri 100 x 50 e d'altezza adeguata. Le cassette sono state in seguito fotografate da un'angolazione di circa 90°, previa l'installazione di un riferimento indicante la località del cantiere, il numero del sondaggio e le quote di riferimento delle carote. Le fotografie sono state eseguite con una fotocamera digitale.



## 2.2 STRATIGRAFIE

Per il sondaggio geognostico è stata redatta la relativa stratigrafia allegata alla presente relazione, riportante tutte le informazioni riguardanti le operazioni di perforazione e le caratteristiche delle carote e dei terreni, come di seguito indicato:

a) informazioni generali del sondaggio:

- metodo di perforazione;
- diametro del foro;
- utensili utilizzati;
- lunghezza del tratto rivestito;
- metri realizzati con i diversi carotieri e le diverse corone.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

b) informazioni relative ai terreni:

- tipo di terreno;
- colore;
- massime dimensioni dei clasti e forma predominante per i terreni ghiaiosi;
- uniformità dei terreni granulari;
- struttura del terreno;
- presenza di materiale organico.

Nella stesura della descrizione è stato elencato per primo il nome del costituente principale seguito dal costituente secondario nella seguente forma, in accordo alle Raccomandazioni AGI (1977):

- preceduto dalla congiunzione "con" se rappresenta una percentuale compresa tra il 25% ed il 50 %;
- seguito dal suffisso "oso" se rappresenta una percentuale compresa tra il 10% ed il 25%;
- preceduto da "debolmente" e seguito dal suffisso "oso" se rappresenta una percentuale compresa tra il 5% ed il 10%.

Per le carote è stato inoltre determinato in sito il recupero percentuale.

Nella descrizione dei terreni sciolti è stato fatto riferimento alla seguente tabella:

Definizione		Diametro dei grani [mm]	Criteri d'identificazione
blocchi		>200	Visibili ad occhio nudo
Clottoli		60-200	Visibili ad occhio nudo
Ghiaia	grossolana	20-60	Visibile ad occhio nudo
	media	6-20	
	fine	2-6	
Sabbia	grossolana	0.6-2	Visibile ad occhio nudo
	media	0.2-0.6	
	fine	0.06-0.2	
Limo		0.002-0.06	Solo se grossolano è visibile a occhio nudo, poco plastico, dilatante, lievemente granulare al tatto, si disgrega velocemente in acqua, si essicca velocemente, possiede coesione ma può essere polverizzato tra le dita
Argilla		<0.002	Plastica, non dilatante, liscia al tatto, appiccica alle dita, si disgrega in acqua lentamente, asciuga lentamente, si ritira durante l'essiccazione, i frammenti asciutti possono essere rotti ma non polverizzati fra le dita
terreno organico vegetale			Contiene una rilevante percentuale di sostanze organiche vegetali
Torba			Predominano i resti lignei non mineralizzati, colore scuro, bassa densità

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

### 3. PROVE GEOTECNICHE IN SITU

#### 3.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SPT

Durante l'esecuzione della perforazione è stata richiesta l'esecuzione di alcune prove Standard Penetration Test; tale prova consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal fondo di un foro di sondaggio.

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione della prova S.P.T. è stata quella di dimensioni standard (Raccomandazioni A.G.I. per la programmazione e l'esecuzione delle indagini geotecniche, 1977).

Il dispositivo di percussione comprende: testa di battitura avvitata sulle aste, un maglio del peso di 63.5 kg ( $\pm 0.5$  kg), ed un sistema di guida sganciamento automatico del maglio, che assicura una corsa a caduta libera di 75 cm. La prova d'infissione, avvenuta in fondo al foro precedentemente pulito, consiste nel far penetrare il campionatore in questo caso a punta aperta per tratti successivi di 15 cm., registrando ogni volta il numero di colpi necessari ( $N_1, N_2, N_3$ ). Con il primo tratto, detto di "avviamento", s'intende superare la zona di terreno rimaneggiata in fase di perforazione; se con  $N_1 = 50$  colpi l'avviamento è minore di 15 cm., l'infissione deve essere sospesa e la prova si dichiara conclusa, annotando la relativa penetrazione.

Se il tratto di avviamento è stato superato, si conteggiano  $N_2$  e  $N_3$  (da 15 a 30 e da 30 a 45 cm.) fino ad un limite complessivo di 100 colpi ( $N_2 + N_3$ ), raggiunto il quale si sospende la prova annotando l'avanzamento ottenuto. Il parametro caratteristico della prova  $N_{S,P,T}$  è:  $N_{S,P,T} = N_2 + N_3$

Di seguito si riportano i singoli valori rilevati:

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889  
F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)  
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

	da mt.	a mt.	N° Colpi	Punta
SONDAGGIO S1	1.50	1.95	5 – 7 – 9	Chiusa
	3.00	3.45	9 – 10 – 13	Chiusa
	4.50	4.95	11 – 15 – 12	Chiusa
	6.00	6.45	10 – 9 – 15	Chiusa
	7.50	7.95	6 – 10 – 9	Chiusa
	9.00	9.45	9 – 8 – 12	Chiusa
	10.50	10.95	15 – 11 – 13	Chiusa
	12.00	12.45	11 – 13 – 13	Chiusa
SONDAGGIO S2	1.50	1.95	5 – 7 – 8	Chiusa
	3.00	3.45	7 – 8 – 10	Chiusa
	4.50	4.95	10 – 12 – 15	Chiusa

## 4. INDAGINE GEOFISICA

### 4.1 PROSPEZIONE DOWN HOLE

La prova sismica in foro di tipo "Down Hole" è stata realizzata nella verticale di perforazione "S1" profonda 30 m, attrezzata con tubazione cieca in PVC  $\phi=80$  mm presso l'area superiore di Via Casaccia.

Sono state generate in superficie sia le onde di pressione "p" sia le onde di taglio "s" acquisite in foro con passo metrico.

Le modalità e le geometrie di generazione e di acquisizione degli impulsi elastici saranno descritte nel seguito.

Il metodo "Down Hole" prevede il posizionamento di strumenti riceventi (idrofoni, geofono triassiale) all'interno di un foro di sondaggio preventivamente condizionato con idoneo rivestimento in PVC o ABS  $\phi = 80$  mm dotato di chiusura

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

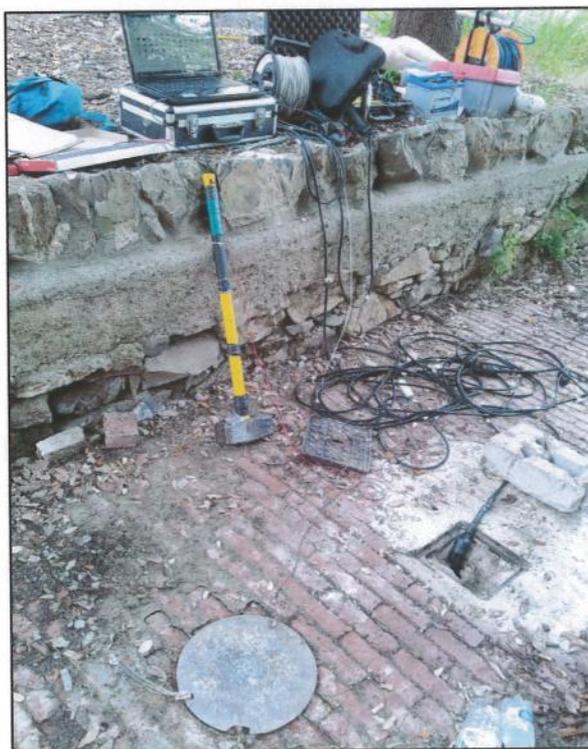
di fondo e cementato, e la generazione di energia sismica in superficie in prossimità del boccaforo.

Scopo dell'indagine "Down Hole" è l'individuazione delle variazioni di velocità dei fronti d'onda elastici lungo la verticale di perforazione ed in un suo immediato intorno, al fine di ottenere informazioni supplementari sulle condizioni fisico - meccaniche dei terreni.

Nel caso specifico è stata focalizzata l'attenzione sulla propagazione sia delle onde di pressione "p" che di quelle di taglio "s", al fine di ricostruirne le relative colonne di velocità presso la verticale di perforazione interessata.

Per le onde "p" l'impulso elastico è stato generato attraverso la percussione di una massa battente accelerata (mazza con testa pesante 8.0 kg) su una piastra di contrasto circolare in ferro sistemata a terra ad una distanza nota dal centro della perforazione (nello specifico:  $D = 1.0$  m).

Nella foto seguente si osserva il punto di energizzazione.



**Sede Operativa e uffici** Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
**Sede Legale** Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889  
F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)  
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

Il segnale di trigger è comunicato al sismografo mediante appositi cablaggi elettrici, e consiste nel cortocircuito generato dal contatto della testa della mazza con la piastra di contrasto.

Le onde di pressione sono state ricevute mediante catena idrofonica prodotta da AMBROGEO con passo metrico e costituita da 12 sensori.



Catena idrofonica AMBROGEO

Per generare le onde "s" è stato invece utilizzato un apposito strumento di contrasto posto ad una distanza nota dal boccaforo (nello specifico:  $D = 1.3$  m) e appoggiato alla muratura che costeggia il camminamento.



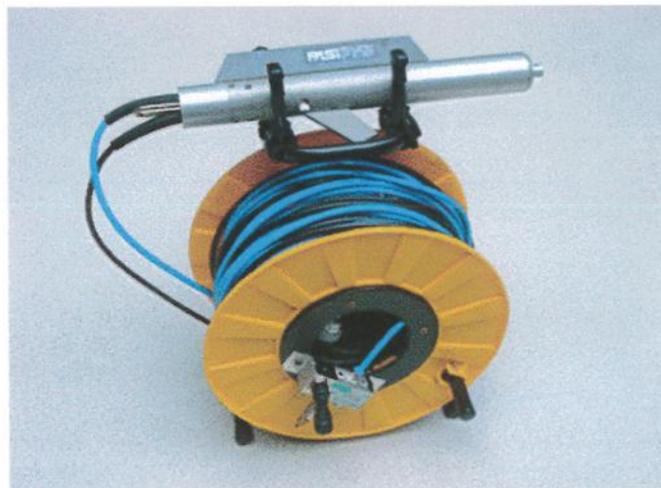
Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889  
F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)  
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

Il "tempo zero" di generazione dell'impulso sismico viene sempre comunicato al sismografo attraverso il cortocircuito che avviene nell'istante in cui la testa di percussione urta la putrella di contrasto e nel quale, contestualmente, viene generata la sollecitazione di taglio che si trasmette al terreno per attrito radente attraverso la piastra di base dello strumento di contrasto.

Il ricevitore da foro utilizzato per le onde di taglio è un geofono tridimensionale prodotto e commercializzato da PASI, dotato di sistema di ancoraggio pneumatico comandato dalla superficie che consente di ottenere un perfetto accoppiamento tra i sensori e le pareti interne del rivestimento in PVC alle varie profondità di misura. Il sistema può misurare sollecitazioni sismiche fino alla profondità di 60 m dal piano campagna.



Geofono tridimensionale da foro PASI GFA

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889  
F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)  
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

L'unità di registrazione è costituita da un sismografo di ultima generazione Seismic Source Daq Link III a 24 canali per modulo, con convertitore A/D a 24 bit, corredato di pc portatile.



Seismic Source DAQ LINK III

I segnali di ciascun canale sono stati digitalizzati per una lunghezza di registrazione di 150 ms, visualizzati su pc in tempo reale e quindi memorizzati sull'*hard disk* del *notebook*.

I tempi di percorso dei fronti d'onda dai punti sorgente ai ricevitori in foro vengono individuati considerando traiettorie dirette. Nella realtà sono possibili piccole deviazioni dal percorso diretto a causa di modeste rifrazioni, ma tali effetti risultano generalmente trascurabili.

Tutte le operazioni di *processing* sono state espletate su licenza attraverso lo specifico codice di calcolo "WIN\_DOWNHOLE" versione 3.9.16 prodotto da W\_GeoSoft per sistema operativo Windows e commercializzato da PASI.

Il metodo "Down Hole" consente di evidenziare fenomeni di inversione di velocità lungo la verticale che non potrebbero essere individuati attraverso le classiche metodologie sismiche a rifrazione dalla superficie.



**Sede Operativa e uffici** Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
**Sede Legale** Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

---

Nelle pagine seguenti si fornisce quanto segue:

1. tabella con parametri numerici della prova
2. sismogrammi onde "p" alle varie profondità di misura con il picking dei primi arrivi
3. sismogrammi onde "s" alle varie profondità di misura con il picking dei primi arrivi
4. grafico della variazione in continuo della velocità delle onde "p" ed "s" con la profondità
5. grafico della variazione in continuo del coefficiente di Poisson con la profondità

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

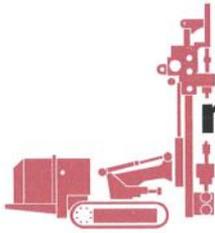
F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

## PARAMETRI NUMERICI DELLA PROVA DOWN-HOLE

Depth	Layer	Tp	Ts	Vp	Vs	Poisson
1	1	1,30	3,10	1087	529	0,34
2	2	2,30	5,20	821	354	0,39
3	3	3,50	7,00	771	491	0,16
4	4	4,90	9,10	686	445	0,14
5	5	6,40	12,10	650	320	0,34
6	6	7,70	14,80	756	360	0,35
7	7	9,10	16,90	705	466	0,11
8	8	10,30	18,70	825	547	0,11
9	9	11,40	20,50	902	549	0,21
10	10	12,30	22,30	1104	550	0,33
11	11	13,20	23,80	1106	661	0,22
12	12	14,00	25,30	1245	662	0,30
13	13	14,40	26,00	2492	1420	0,26
14	14	14,80	26,70	2493	1421	0,26
15	15	15,20	27,40	2494	1422	0,26
16	16	15,70	28,20	1995	1245	0,18
17	17	16,10	28,90	2495	1424	0,26
18	18	16,60	29,80	1996	1108	0,28
19	19	17,10	30,70	1997	1108	0,28
20	20	17,50	31,40	2496	1425	0,26
21	21	17,90	32,10	2497	1425	0,26
22	22	18,30	32,80	2497	1425	0,26
23	23	18,80	33,70	1998	1109	0,28
24	24	19,30	34,60	1998	1109	0,28
25	25	19,70	35,30	2497	1426	0,26
26	26	20,20	36,20	1998	1109	0,28
27	27	20,60	36,90	2498	1426	0,26
28	28	21,00	37,60	2498	1426	0,26
29	29	21,50	38,50	1998	1109	0,28



**m3d** costruzioni  
speciali s.r.l.

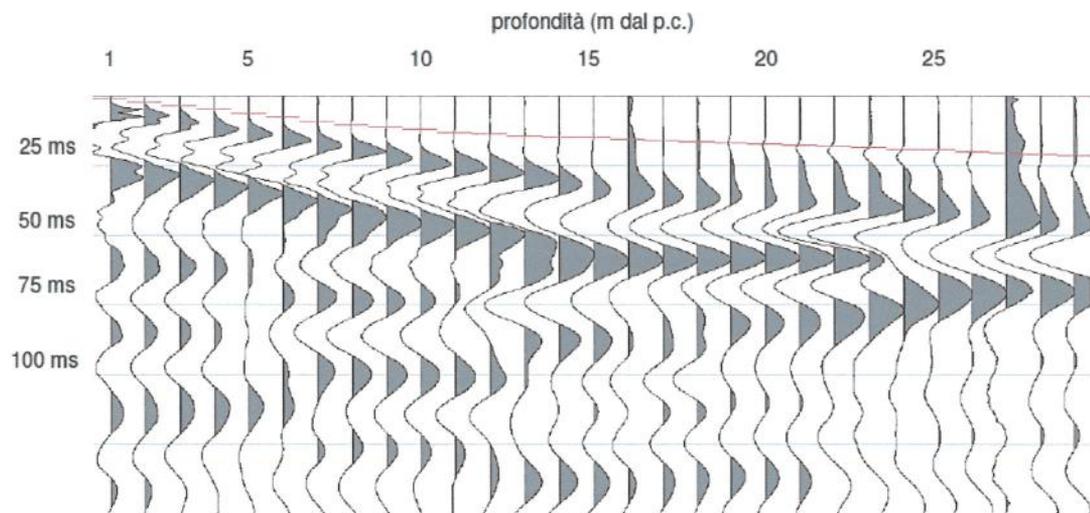


Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

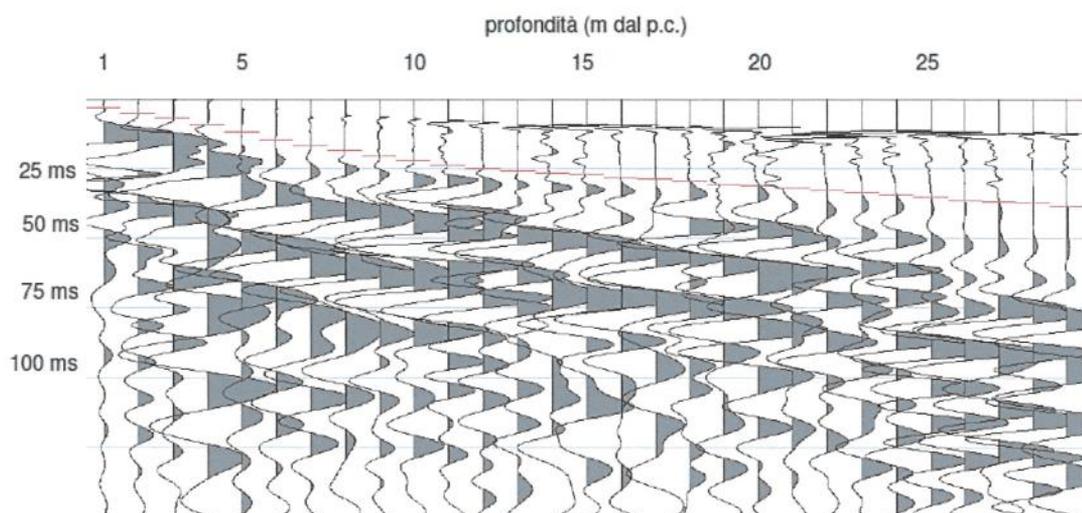
T> +39 010 2518889  
F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)  
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

### PROVA DOWN-HOLE: SISMOGRAMMI ONDE "P"



### PROVA DOWN-HOLE: SISMOGRAMMI ONDE "S"



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

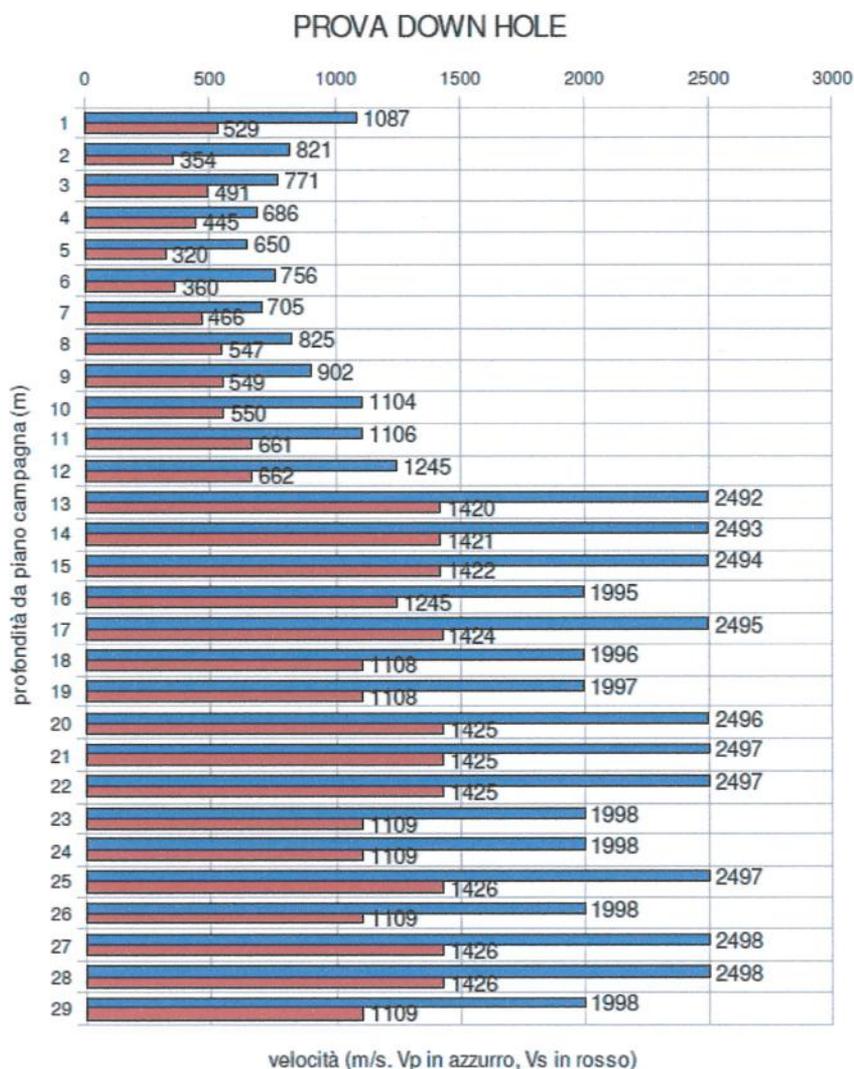
T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

## VARIAZIONE DELLA VELOCITÀ DELLE ONDE "P" ED "S" CON LA PROFONDITÀ



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

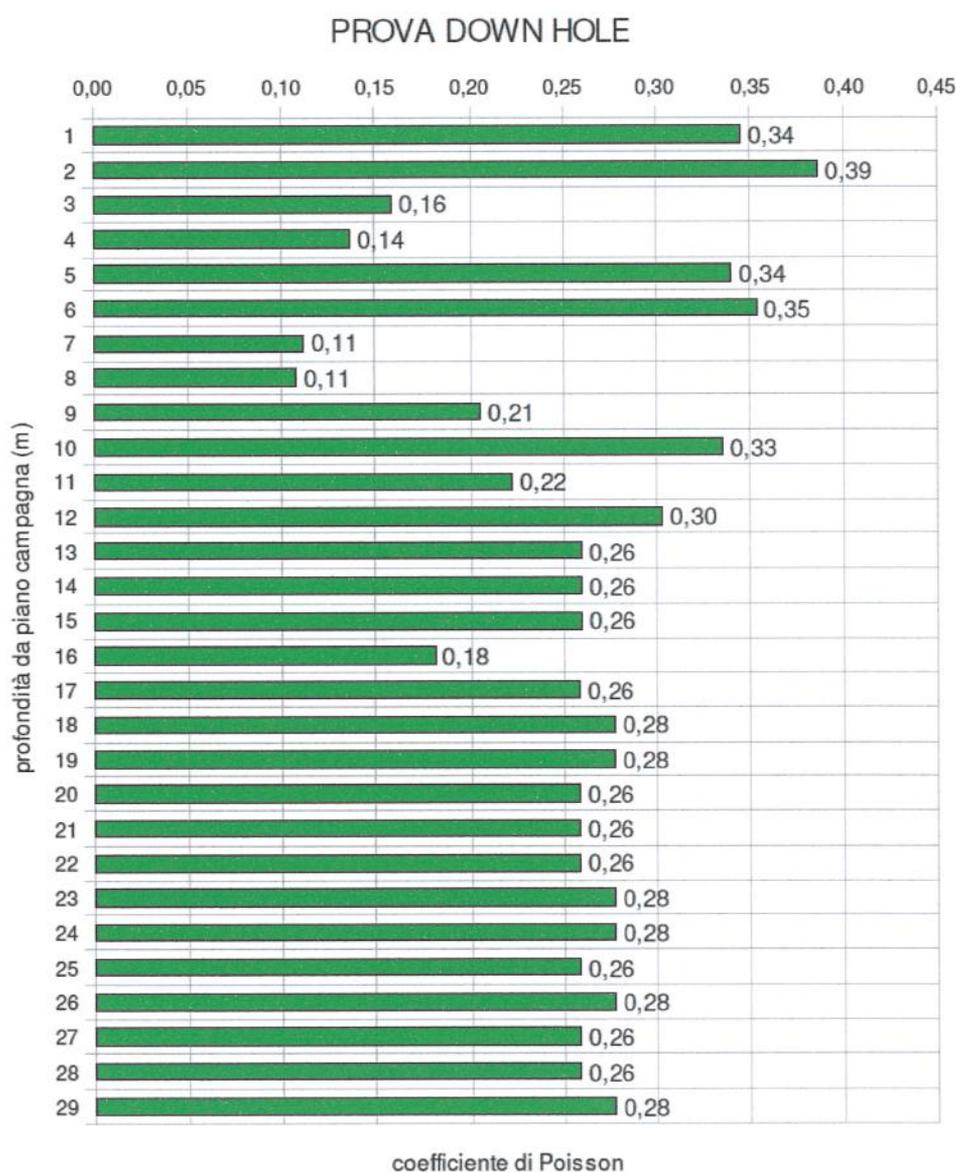
T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

## VARIAZIONE DEL COEFFICIENTE DI POISSON CON LA PROFONDITÀ



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

La normativa sismica vigente (D.M. 14/01/08) individua come parametro di riferimento per la classificazione sismica dei suoli la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità dal piano di fondazione ( $V_{s30}$ ) e viene calcolato con la seguente formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità (in m/s) delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 m superiori. In tabella seguente si riporta la suddivisione in tipologie di suolo relative ai valori di  $V_{s30}$ .

Suolo	Descrizione geotecnica	$V_{s30}$ (m/s)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	>800
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).	360÷800
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).	180÷360
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).	<180
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).	-

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < cu_{30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.	<100
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.	-

Il "profilo di rigidità" risulta definito fino alla massima profondità di misura entro il tubo PVC, ovvero 30.0 m.

Applicando, attraverso un foglio di calcolo appositamente programmato, la formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

è possibile calcolare il valore del parametro  $V_{s30}$  alla "profondità di riferimento", ovvero al piano campagna.

Procedendo in tale maniera è stato possibile verificare come il valore del parametro  $V_{s30}$  a piano campagna sia pari a 588 m/s.

$$V_{s30} = 756 \text{ m/s}$$

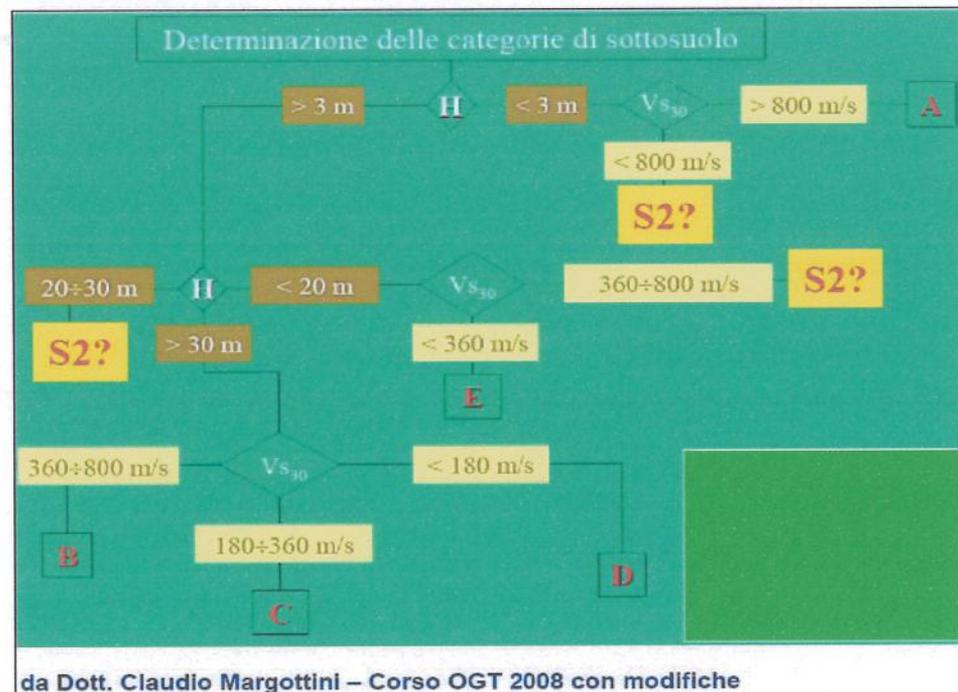
Applicando "rigidamente" la Norma, considerando la presenza di coperture sciolte (principalmente riporti: vedasi stratigrafie del sondaggio geognostico) di potenza pari a 12.0 m ovvero compresa tra 3.0 m e 20.0 m e  $V_{s30} = 756$  m/s (quindi  $360 < V_{s30} < 800$ ), si andrebbe a ricadere nella categoria "S2" ("Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti").

Si rimanda a tal proposito al diagramma a blocchi seguente.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889  
F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)  
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)



E' stata recentemente prodotta la pubblicazione "MODELLAZIONE SISMICA E STABILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE" [quaderno di approfondimento alle Linee Guida NTC 08 Gruppo Interregionale Ordine dei Geologi] prodotto dalla Commissione Interregionale NTC con il patrocinio del Consiglio Nazionale dei Geologi (Revisione scientifica: Prof. Eros Aiello). Essa fornisce delucidazioni e linee guida in materia di definizione della categoria di sottosuolo ex D.M. 14.01.08.

Nel caso di spessore di coltri maggiore di 3 m e inferiore o uguale a 20 m, le pubblicazione recita testualmente:

**Caso 1) Spessore della copertura  $\leq 20$  m**

Per la categoria E appare poco cautelativo individuare nei suoli tipo C e D, aventi  $V_{s30}$  inferiori a 360 m/sec, i terreni "pericolosi", senza un riferimento specifico al **contrasto di rigidità sismica tra copertura e bedrock**: coperture anche più "veloci" delle categorie C e D possono risultare ugualmente pericolose in funzione di una velocità del bedrock superiore agli 800 m/sec. ....

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

*Partendo dal presupposto che il contrasto minimo di velocità sismica per entrare in categoria di sottosuolo E vale  $V_{contr} = 800/360 \approx 2.2$ , è ragionevole assumere, in presenza di spessori della copertura  $\leq 20$  m anche con velocità superiore a 360 m/sec ma con contrasto di velocità  $V_{contr} \geq 2.2$ , categoria di sottosuolo E.*

Nel nostro caso si è provveduto a calcolare con foglio excel opportunamente programmato il contrasto di rigidezza sismica riferito al piano campagna tra le "coltri" ed il bedrock.

Si inizia calcolando  $V_{coltri}$  ovvero, nel nostro caso,  $V_{s1-12}$ :

$$V_{s \text{ coperture}} = V_{s \text{ 1-12}} = 470 \text{ m/s}$$

$$V_{s \text{ bedrock}} = V_{s \text{ 13-30}} = 1273 \text{ m/s}$$

$$V_{contr} = V_{s \text{ bedrock}} / V_{s \text{ coperture}} = 1273/470 = 2.7 (>2.2)$$

A seguito del contrasto di rigidezza riscontrato la categoria di sottosuolo RIFERITA AL PIANO CAMPAGNA (e non, **NOTA BENE**, "alla quota di fondazione") è effettivamente la E.

#### **4.2 INDAGINE GRAOUND PENETRATING RADAR**

Nell'ambito del progetto di ripristino del versante dell'area adibita a giardini compresa tra Via Casaccia e Via Paleocapa, la scrivente è stata incaricata dell'esecuzione di una campagna di indagine geofisica con strumentazione Ground Penetrating Radar (nel seguito: Georadar o GPR).

Scopo della campagna di indagine è stato quello di individuare con precisione l'ubicazione e la profondità delle utenze interrato presenti nell'area di interesse al di sotto della sede carrabile (definita, in termini di ampiezza, dalla Committenza) nonché le loro caratteristiche principali (tubazioni o cavidotti elettrici).

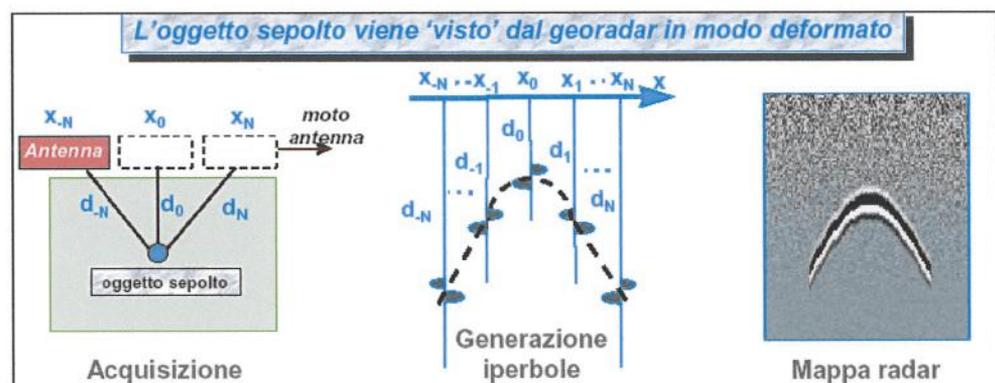
Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889  
F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)  
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

Per ottenere le informazioni richieste è stata utilizzata un'unità di controllo e acquisizione di segnali radar RIS MF Hi-Mod prodotta da I.D.S. con doppia antenna bipolare caratterizzata dalle frequenze centrali di 900MHz e 400MHz e dotata di encoder incorporato. I risultati dell'indagine sono descritti in dettaglio nelle pagine successive.

I rilievi georadar o GPR (Ground Penetrating Radar) si basano sulla risposta di un segnale elettromagnetico di carattere impulsivo ad alta frequenza che viene inviato da un'antenna trasmittente. La presenza di discontinuità di proprietà elettromagnetiche del materiale provoca fenomeni di rifrazione, riflessione e diffrazione dell'energia elettromagnetica incidente su tale discontinuità. In generale, si analizza la risposta dell'onda elettromagnetica che viene riflessa in corrispondenza delle discontinuità del mezzo e che ritorna in superficie, dove viene captata da un'antenna ricevente.



Il principio di funzionamento del georadar differisce da quello del radar convenzionale in quanto il mezzo di trasmissione non è più l'aria ma una roccia o un terreno, la risoluzione è in genere decimetrica o centimetrica, e il campo di misura è limitato ad alcuni metri di profondità.

In geofisica ambientale il georadar è utilizzato per l'individuazione di sottoservizi e strutture antropiche sepolte (cisterne interrato, fondazioni, ecc.); le applicazioni principali del georadar interessano anche le indagini archeologiche e la valutazione dell'integrità strutturale di elementi architettonici.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

La velocità di propagazione di un'onda piana smorzata si ricava dalla soluzione dell'equazione d'onda e vale:

$$V_m = c / \left\{ (\epsilon_r \mu_r / 2) \left[ (1 + P^2) + 1 \right] \right\}^{1/2}$$

dove  $c$  è la velocità dell'impulso radar nel vuoto ( $c \cong 0.3$  m/ns),  $\epsilon_r$  è la costante dielettrica relativa e  $\mu_r$  è la permeabilità magnetica relativa.  $P$  è il fattore di perdita (loss factor) che vale:

$$P = \tan \delta = \frac{\sigma}{\omega \epsilon}$$

ed è un indice del grado di dispersività del mezzo.

Si distingue tra dielettrici poco dispersivi ( $P \ll 1$ ) e buoni conduttori ( $P \gg 1$ ). Quando la frequenza dell'oscillazione del campo elettrico è sufficientemente elevata e la conducibilità del mezzo indagato è bassa, come nel caso di rocce e terreni, la corrente di spostamento prevale rispetto a quella di conduzione, la propagazione del segnale è di tipo ondulatorio e il termine  $P$  può considerarsi nullo. Se inoltre si è in presenza di materiali non ferromagnetici ( $\mu \cong \mu_0$ ), la relazione della velocità media si semplifica:

$$v_m = c / \sqrt{\epsilon_r} = 0.3 / \sqrt{\epsilon_r}$$

I valori della costante dielettrica e della velocità di propagazione di alcuni materiali sono riportati nella tabella seguente. La lunghezza d'onda inoltre risulta:  $\lambda = v/f$ .

Materiale	Velocità di propagazione $v$ [m/ns]	Costante dielettrica $\epsilon_r$
Aria	0.3	1
Acqua dolce	0.033	81
Acqua di mare	0.033	81
Argilla	0.047 - 0.134	5-40
Argillite (bagnata)	0.113	7
Arenaria (bagnata)	0.112	6
Asfalto	0.134 - 0.173	3-5

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

Calcare	0.1-0.113	7-9
Calcestruzzo	0.055 - 0.112	6-30
Dolomia	0.106 - 0.155	6.8-8
Ghiaccio	0.160	4
Granito	0.160 - 0.120	5-8
PVC	0.173	3
Quarzo	0.145	4.3
Sabbia asciutta	0.12-0.16	3-6
Sabbia satura	0.055-0.06	25-30
Silt	0.055 - 0.134	5-30
Suolo argilloso	0.173	3
Suolo "medio"	0.075	16

Velocità di propagazione e costante dielettrica di alcuni materiali (Reynolds, 1997)

Si dimostra che per piccole lunghezze d'onda ( $\lambda < 1$  m) e per mezzi elettricamente poco conduttivi ( $< 100$  mS/m), i fenomeni legati alla propagazione di un'onda elettromagnetica possono essere trattati con la teoria dell'ottica geometrica; sono quindi applicabili all'elaborazione dei dati georadar molti algoritmi della sismica a riflessione.

Si osserva che, a causa dell'elevata costante dielettrica dell'acqua, le velocità variano molto con la saturazione in acqua del materiale e che per rocce e terreni sono in genere comprese tra 0.06 e 0.175 m/ns.

Il georadar è un dispositivo ad ampia banda che può operare nel campo di frequenza compreso tra 10 e 2500 MHz, ed è caratterizzato dall'emissione di segnali che possono essere assimilati a impulsi aventi in dominio di tempo un'ampiezza  $\tau$  di qualche ns.

L'intervallo di tempo tra l'impulso di emissione e l'arrivo della riflessione da un bersaglio dipende, dalla profondità del bersaglio e dalla velocità di propagazione del mezzo.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889  
F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)  
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

---

Nella schematizzazione più semplice un sistema georadar si compone di:

1. una sorgente impulsiva, con impulsi di  $1 \div 2$  ns di durata, ampiezza di picco di 100 V e frequenza di ripetizione degli impulsi variabile da 30 a 100 kHz;
2. una o più coppie di antenne con funzione di trasmettitore e ricevitore;
3. un convertitore analogico/digitale (8 - 16 bit);
4. un sistema di memorizzazione su supporto magnetico dei segnali numerici e dispositivi di elaborazione dei segnali e di interfaccia grafica per la rappresentazione su schermo dei segnali.

La rappresentazione dei dati acquisiti avviene normalmente su un diagramma tempi-ampiezze del segnale ricevuto dal georadar.

Spostando l'antenna lungo una direzione prestabilita e accostando i diversi diagrammi tempi-ampiezze per i successivi segnali, si ottengono delle sezioni, dette *radargrammi*, in cui le ampiezze di riflessione sono rappresentate in funzione del tempo di andata e ritorno (twt) e della posizione dell'antenna lungo il profilo di acquisizione.

Durante l'acquisizione gli impulsi sono ripetuti con frequenza compresa tra 30 e 100 kHz. Le tracce rilevate dall'antenna ricevente sono mediate prima di essere registrate: in tal modo, ogni singola traccia registrata è il risultato di una operazione di *stacking*, che ha come effetto l'aumento del rapporto segnale/rumore.

In acquisizione si opera inoltre impiegando dei filtri in dominio di frequenza (filtri passa banda), con banda passante larga abbastanza da non perdere segnale utile. Successivamente, è possibile procedere ad un ulteriore filtraggio digitale sulle tracce acquisite.

Opportune procedure di elaborazione dei dati consentono di passare dalle sezioni radar "grezze" a immagini che meglio localizzano gli oggetti sepolti.

Un oggetto di forma e dimensioni tali da provocare la diffrazione del segnale, presenta nel radargramma una risposta dalla caratteristica forma a iperbole rovesciata, detta iperbole di diffrazione. Corpi che forniscono tipicamente una simile risposta sono, tra gli altri, le condotte sepolte.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

Si ottiene una iperbole perché il fenomeno della diffrazione consente di rilevare un segnale, anche quando l'antenna ricevente non è posta sulla verticale dell'oggetto. Tale segnale percorre una distanza pari a

$$2d = 2\sqrt{x^2 + z^2}$$

dove  $z$  è la profondità dell'oggetto sepolto e  $x$  la distanza, misurata in superficie, tra l'oggetto e l'antenna. Il tempo di andata e ritorno del segnale diffratto è quindi:

$$t = 2 \frac{\sqrt{x^2 + z^2}}{v}$$

Tale equazione rappresenta, nel piano  $(x, t)$ , un'iperbole avente vertice nel punto  $(0, 2z/v)$  e asintoti  $t(x)=\pm 2x/v$ .

Se è possibile individuare un'iperbole di diffrazione nei dati sperimentali, è anche possibile, per via grafica, stimare la profondità dell'oggetto che l'ha prodotta e la velocità di propagazione del mezzo. Si osserva che velocità di propagazione decrescenti, corrispondono a iperboli più strette.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla letteratura specialistica (J. L. Davis e A. P. Annan, 1989 : "Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy", Geophysical prospecting 37, pp. 531÷551).

In relazione all'obiettivo di indagine e sotto esplicithe richieste della Committenza sono stati definiti due differenti reticoli di indagine ad assi ortogonali (uno per l'area maggiormente estesa, all'esterno della recinzione di cantiere, e uno all'interno della stessa) adeguati ad individuare le utenze interrato. La spaziatura delle linee è stata di 2 x 2 m per il grid a maggiore estensione e di 1 x 1 m per il grid più piccolo, interno all'area di cantiere.

I reticoli di indagine sono osservabili nella Figura alla Tav. 1 allegato 5

Sono state acquisite ed elaborate 69 linee GPR, per un totale pari a 725 metri lineari.

E' stata utilizzata l'unità di controllo e acquisizione di segnali radar RIS MF Hi-Mod prodotto da I.D.S. con doppia antenna bipolare caratterizzata dalle frequenze centrali di 900MHz e 400MHz, dotata di encoder incorporato.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

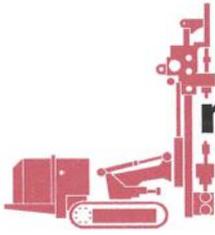
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

La frequenza delle onde elettromagnetiche è inversamente proporzionale alla profondità di indagine, con grado di risoluzione differente: antenne ad alta frequenza hanno una bassa penetrazione del segnale radar, ma con elevato grado di risoluzione. Viceversa, antenne a più bassa frequenza mostrano un'elevata penetrazione del segnale radar, ma con minor grado di risoluzione. L'utilizzo in contemporanea di due antenne a frequenza differente potenzia notevolmente l'efficacia del sistema, consentendo al contempo di ottenere grande dettaglio nei primi decimetri con l'antenna a frequenza maggiore e maggior capacità di penetrazione del segnale con l'antenna a frequenza minore. Il sistema di acquisizione è supportato da PC portatile dotato di software specifico.



sistema di acquisizione Ground Penetrating Radar I.D.S. RIS MF HI-MOD in azione

Il software di acquisizione K2 FASTWAVE è progettato per lavorare in sincronia con il sistema di acquisizione multiantenna ed è in grado di visualizzare contemporaneamente due radargrammi provenienti da antenne a differente frequenza in tempo reale durante l'acquisizione.



**m<sup>3</sup>d** costruzioni  
speciali s.r.l.

società attestata da  
**SOA RINA**

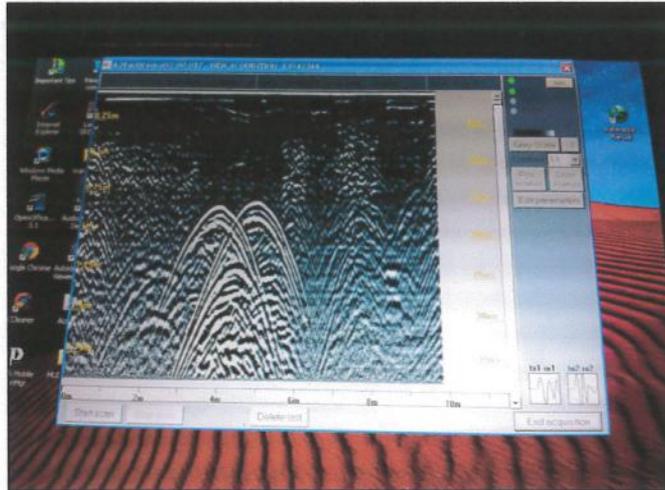
Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)



esempio di acquisizione GPR con sistema I.D.S. RIS MF HI-MOD

Le sezioni radar sono state sottoposte alle seguenti procedure (software di elaborazione *ReflexW 6.0* - Sandmeier Software):

- sottrazione della media del segnale al fine di eliminare le basse frequenze presenti nell'acquisizione (*Subtract-mean*) e ottenere il recupero delle ampiezze;
- rimozione dell'ampiezza di riflessione media per eliminare quelle parti del segnale che si riferiscono all'arrivo delle onde dirette e alla riflessione della superficie su cui vengono trascinate le antenne (*Background Removal*);
- stima della velocità di propagazione del mezzo sulla base di iperboli di diffrazione dovute alla presenza di oggetti nel sottosuolo;
- rimozione dei primi ns delle tracce, relativi all'aria interposta tra l'antenna ed il suolo (*Move Starttime*);
- passaggio dalla scala dei tempi alla scala delle profondità.

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

L'indagine GPR è stata efficacemente integrata con strumentazione RD - Radiodetection: è stato fatto ricorso al localizzatore RD4000RX, utilizzato in modalità "passiva" (ovvero senza induzione di segnale elettrico a frequenza costante e nota) che ha consentito di rilevare con maggiore precisione la presenza di condutture elettriche interrato sotto tensione.



Localizzatore Radiodetection RD4000RX

I risultati ottenuti sono riportati schematicamente nella Figura alla Tav. 1 dell'Allegato 5.

Essi sono stati focalizzati analizzando tutti i radargrammi acquisiti, alcuni dei quali sono stati allegati al presente report nelle Figure 2÷3 a titolo esemplificativo, ed integrandoli con le risultanze dell'indagine mediante utilizzo di Radiodetection.

In corrispondenza di ogni utenza interrata individuata di indicano le profondità indicative della sommità della stessa lungo il proprio sviluppo, riferite alla quota stradale.



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

Certi di aver adempiuto correttamente ed in modo esaustivo all'incarico conferitoci, rimaniamo comunque a disposizione per eventuali chiarimenti e/o approfondimenti di indagine.

Genova, 30\_04\_2015



Dott. Geol. Luca Maldotti  
(Direttore Tecnico Indagini Geognostiche)



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

---

---

## ALLEGATI

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)



1 | COROGRAFIA

N° allegato

M3D019\_15

codice

30\_04\_2015

data

1 : 5.000

scala

Luca Maldotti

redatto



COMUNE DI GENOVA

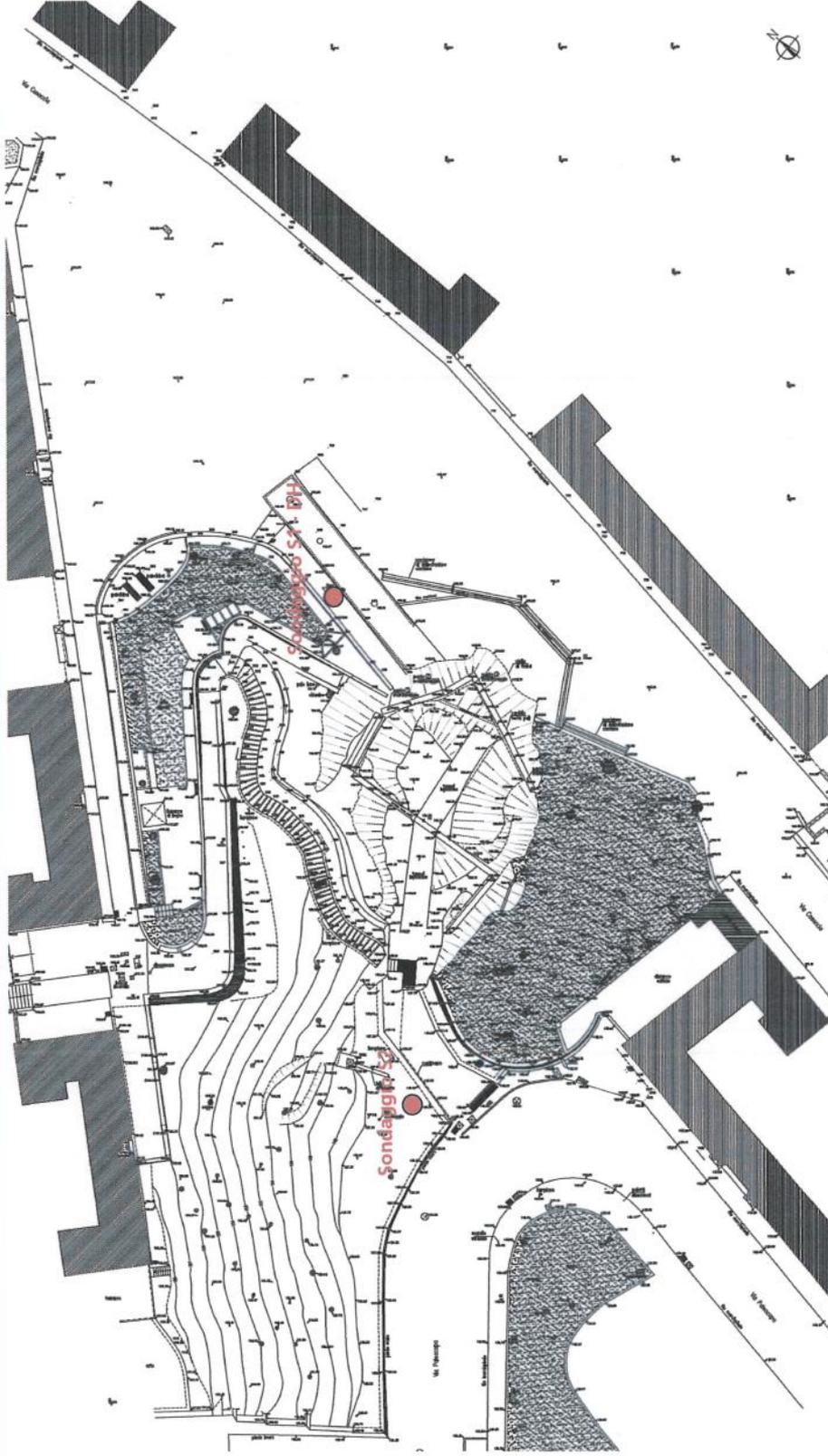
AREA TECNICA

committente

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
 Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889  
 F> +39 010 2517028

Web [www.m3d srl.com](http://www.m3d srl.com)  
 E-mail [info@m3d srl.com](mailto:info@m3d srl.com)



2 PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI

N° allegato

GEO019\_15 LM

codice

30\_04\_2015

data

scala

Luca MALDOTTI

redatto



AREA TECNICA

committente



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

---

3 DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. **S1**

N° allegato

M3D019\_15

30\_04\_2015

-

Luca Maldotti



AREA TECNICA

codice

data

scala

redatto

committente

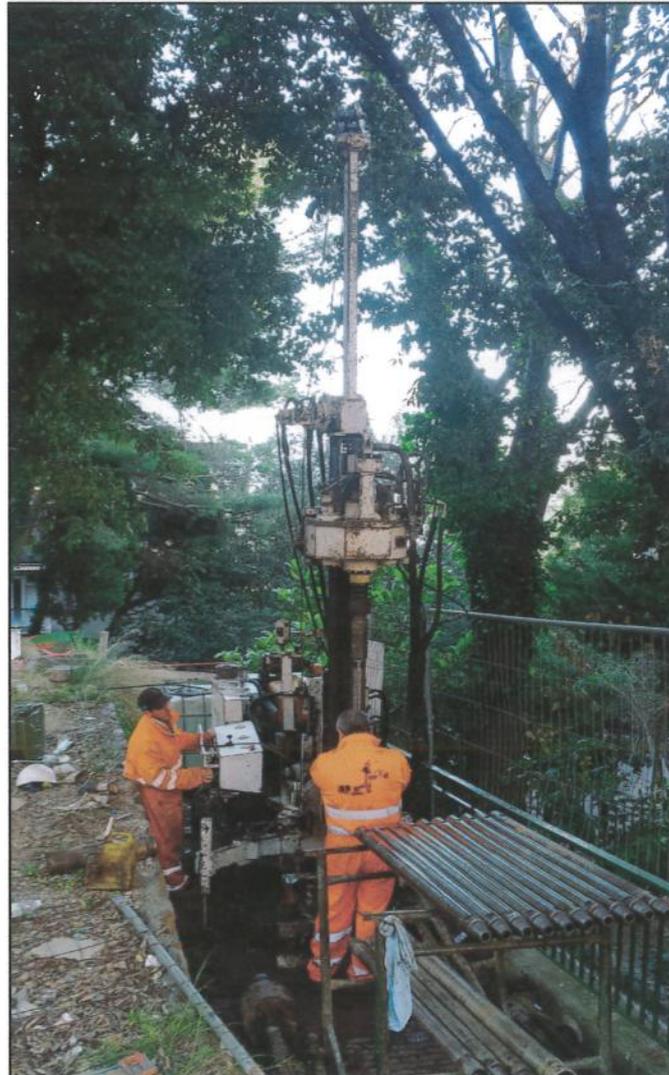
Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)



3.1 | POSTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. **S1**

N° allegato

M3D019\_15

30\_04\_2015

-

Luca Maldotti



AREA TECNICA

codice

data

scala

redatto

committente



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

---

3.2 | SCHEDA TECNICA SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. **S1**

N° allegato

M3D019\_15

30\_04\_2015

-

Luca Maldotti



AREA TECNICA

codice

data

scala

redatto

committente



C. Cosenza - L. Piccolo

Sondatore

Beretta T45

Sonda utilizzata

## SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° 51

- Scheda Tecnica Attività -

COMUNE DI GENOVA - Area Tecnica

Committente

16 Aprile 2015

Data Inizio

Via Casaccia - Via Paleocapa

Località

21 Aprile 2015

Data Fine

### CAROTAGGIO INCLINATO 15° SULL'ORIZZONTALE

da mt.	a mt.	Φ mm.	Carotiere	Corona W-D
0,00	13,00	101	Semplice	W
13,00	30,00	101	NT2	D

### RIVESTIMENTI

da mt.	a mt.	Φ mm.	Scarpa W-D
0,00	30,00	127	W

### SPT - Standard Penetration Test

N°	da mt.	a mt.	N° Colpi	Punta A - C
1	1,50	1,95	5 - 7 - 9	A
2	3,00	3,45	9 - 10 - 13	A
3	4,50	4,95	11 - 15 - 12	A
4	6,00	6,45	10 - 9 - 15	A
5	7,50	7,95	6 - 10 - 9	A
6	9,00	9,45	9 - 8 - 12	A
7	10,50	10,95	15 - 11 - 13	A
8	12,00	12,45	11 - 13 - 13	A

### CAMPIONI

N°	da mt.	a mt.	Tipo

### LIVELLO FALDA

Data	Ora	PROF. mt.	F.FORO mt.	RIVEST. mt.

### PROVE PERMEABILITA'

N°	Ore (hh.)	Lefranc	Lugeon

### TUBO PVC

Diametro	3"
Tubo Cieco	30,00
Tubo Microf.	-
Lung. TOT.	30,00

### INCLINOMETRO

Diametro	
Lung. TOT.	
Alluminio	ABS
Azimut	

### CAPITELLO IN ACCIAIO

Diametro	Ghisa	PVC
----------	-------	-----

### TOMBINO

CASSETTE		PRESCAVO A MANO	
Numero	6	SI	NO

Note



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

3.3 | STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. **S1**

N° allegato

M3D019\_15

30\_04\_2015

-

Luca Maldotti



AREA TECNICA

codice

data

scala

redatto

committente

**LEGENDA**  
 Tipo discontinuita': sr - scissilità; ir - fratturazione; si - giunto di strato; pf - perforazione  
 Rimpimento: ox - ossidazione; ag - argilla; oz - quarzo  
 Il - limo; cal - calcite

**DESCRIZIONE DEI GIUNTI**  
 N° DISC.: .....  
 INCLINAZ.: .....  
 TIPO DISCONTIN.: .....  
 RRC DISCONTIN.: .....  
 RIEMPIM.: .....  
 APERTURA: .....  
 GRADO DI ALTERAZ.: .....  
 1. assente; 2. debole; 3. moderato  
 4. media; 5. elevata; 6. filitica

**MANOVRA DI CAROTAGGIO**  
 1. chiusa  
 2. 0,1-1mm  
 3. 1-2mm  
 4. 2-5mm  
 5. >5mm

**DIMENSIONI SPEZZIONI**  
 > 60 cm  
 20-60 cm  
 6-20 cm  
 < 6 cm

DATA	METODO DI PERFORAZIONE	INCLINAZIONE ASSI	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	RIVESTIMENTO	PROFONDITA' DA P.C.	COLONNINA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAROTAGGIO (%)	R.Q.D. (%)	MANOVRA DI CAROTAGGIO	DIMENSIONI SPEZZIONI	DESCRIZIONE DEI GIUNTI	N° DISC.	INCLINAZ.	TIPO DISCONTIN.	RRC DISCONTIN.	RIEMPIM.	APERTURA	GRADO DI ALTERAZ.	PER METRO	N° COLPI	PROFON.	CAMPIONI	STRUMENTAZ.	NOTE						
16 APRILE 2015	ROTAZIONE CONTINUA	ASSI VERTICALI	DOPPIO	CORONA	RIVESTIMENTO	0,30	Pre-scavo		100	100	1,50	< 6 cm			1							1	1									
						10,00-10		Ripporto e terreno rimaneggiato rappresentato da sabbia limoso-argillosa con ghiaia e frammenti lapidei eterometrici, colore grigio sciolto	100	100	3,00	6-20 cm			2				2							2	1-16	1,50				
						13,00-13		Terreno rimaneggiato rappresentato da ghiaia sabbiosa argillosa con frammenti lapidei eterometrici, colore marrone sciolto	100	100	4,00	> 60 cm			3				3							3	2-23	3,00				
						13,00-13		Calcareo-marnoso da fratturato a molto fratturato con livelli ridotti in breccia, giunti alterati, scarti con patine di ossidazione e talora riempimento molle di natura argillosa, colore grigio chiaro, abbondanti vene di calcite e patine di ox	100	100	4,50				4				4								4	3-27	4,50			
						13,00-13		Calcareo-marnoso con vene di calcite da poco a moderatamente fratturato di colore grigio. Giunti poco alterati, da lisci a poco rugosi. Presenza di rare patine di ossidazione	100	100	5,00				5				5								5	4	3	4,50		
						13,00-13		Calcareo-marnoso con vene irregolari di calcite da moderatamente fratturato a fratturato di colore grigio. Giunti alterati, da lisci a poco rugosi. Presenza di patine di ossidazione. Presenza di livelli argillitici ridotti in breccia	100	100	6,00				6				6								6	4-24	6,00			
						10,00-10										7,00				7							7	5	5	7,50		
						10,00-10										8,50				8							8	5	5	7,50		
						10,00-10										9,00				9							9	6	6	9,00		
						10,00-10										9,50				10							10	6	6	9,00		
						10,00-10										10,00				11							11	7	7	10,50		
						13,00-13										11,50				12							12	8	8	12,00		
						13,00-13										12,00				13							13	8	8	12,00		
						13,00-13										12,50				14							14	8*	8*			
						13,00-13										13,85				15							15	9*	9*			
						13,00-13										14,00				16							16	7*	7*			
						13,00-13										14,50				17							17	4	4			
						13,00-13										15,00				18							18	7*	7*			
						13,00-13										16,00				19							19	7*	7*			
						13,00-13										16,00 16,50				20							20	11	11			
13,00-13										17,00				20							20	11	11									

Tubo in PVC 3" attrezzato per Down Hole

**COMMITTENTE** Comune di Genova - Area Tecnica QUOTA P.C. **M3D COSTRUZIONI SPECIALI S.R.L.**  
**CANTIERE** Via Casaccia - Via Paleocapa - GE DATA FINE 21 aprile 2015  
**DATA INIZIO** 16 aprile 2015 **TPO/ATTREZZATURA** Beretta 43  
**IMPRESA** M3D Costruzioni speciali S.r.l. **SONDAGGIO N.** S1 foglio 2/2

**LEGENDA**  
 Tipo discontin.: sc - scissibilità; f - fratturazione; Riempiimento: ox - ossidazione; ag - argilla; qz - quarzo; Il - limo; ca - calcite; Apertura: 1. chiusa; 2. 0,1-1mm; 3. 1-2mm; 4. 2-5mm; 5. >5mm; Grado di alterazione: 1. assente; 2. debole; 3. moderato; 4. media; 5. elevata; 6. intensa

**PROFONDITA'** 21 21,60 22 23 24,00 25 26 27 28 29 30,00  
**RIVESTIMENTO** 127 mm  
**TPO DI CORONA** D I A M A N T E  
**ATTREZZO DI PERFORAZIONE** C A R O T. D O P P I O N T 2  
**INCLINAZIONE ASSI** A S S E V E R T I C A L E  
**METODO DI PERFORAZIONE** R O T A Z I O N E C A R O T A G G I O C O N T I N U O

**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**  
 Colonna stratigrafica con:  
 - 21-22: Calcare-marnoso con vene irregolari di calcite da moderatamente fratturato a fratturato di colore grigio. Giunti alterati, da lisci a poco rugosi. Presenza di paline di ossidazione. Presenza di livelli argillitici ridotti in breccia  
 - 23-24: Calcare-marnoso con vene di calcite da poco a moderatamente fratturato di colore grigio. Giunti poco alterati, da lisci a poco rugosi. Presenza di rare paline di ossidazione  
 - 25-30: Calcare-marnoso da fratturato a molto fratturato a livelli ridotti in breccia, giunti alterati, lisci a poco rugosi e talora riempimento rappresentato da ghiaia e scaglie in matrice argillosa (25.05-25.30 m), colore grigio abbondanti vene di calcite e rare paline di ox



N° DISC.	INCLINAZ.	TIPO DISCONT.	JRC DISCONT.	RIEMPIM.	APERTURA	GRADO DI ALTERAZ.	S.P.T.	
							N° COLPI	N° PER METRO
12	40°/20°	p/1	8/8	ca/oa	0,5-10mm 1,20mm	3/4	12	21
13	40°/20°	p/1	8/8	ca/oa	0,5-10mm 1,20mm	3/4	6*	22
14	40°/20°	p/1	8/8	ca/oa	0,5-10mm 1,20mm	3/4	3	23
15	40°/20° / 10°	p/1	8/8	ca	0,5-10mm 1,20mm	3/4	3	24
16	10° / 10° / 10°	p/1	8/8	ca/oa	0,5-10mm 1,20mm	3/4	8	25
17	10° / 10° / 10°	p/1	8/8	ca/oa	0,5-10mm 1,20mm	3/4	5	26
18	10° / 10° / 10°	p/1	8/8	ca/oa	0,5-10mm 1,20mm	3/4	6	27
19	10° / 10° / 10°	p/1	8/8	ca/oa	0,5-10mm 1,20mm	3/4	9*	28
20	10° / 10° / 10°	p/1	8/8	ca/oa	0,5-10mm 1,20mm	3/4	8*	29
21	10° / 10° / 10°	p/1	8/8	ca/oa	0,5-10mm 1,20mm	3/4	9	30

NOTE	STRUMENTAZ	CAMPIONI	PROFON.	N° DISC.
	Tubo in PVC 3" attrezzato per Down Hole			31
				32
				33
				34
				35
				36
				37
				38
				39
				40

Isp. \*livelli ridotti in breccia



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

---

3.4 | DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. **S1**

N° **allegato**

M3D019\_15

30\_04\_2015

-

Luca Maldotti



AREA TECNICA

codice

data

scala

redatto

committente



**m<sup>3</sup>d costruzioni  
speciali s.r.l.**



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889  
F> +39 010 2517028

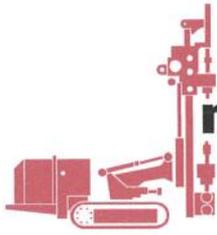
Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)  
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)



Committente: **COMUNE DI GENOVA**  
Sondaggio: **S1 - Cassetta: n°1**  
Prof. da **0.00 m. a 5.00 m.** →



Committente: **COMUNE DI GENOVA**  
Sondaggio: **S1 - Cassetta: n°2**  
Prof. da **5.00 m. a 10.00 m.** →



**m3d** costruzioni  
speciali s.r.l.



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)



Committente: **COMUNE DI GENOVA**  
Sondaggio: **51 - Cassetta: n°3**  
Prof. da **10.00 m. a 15.00 m.** →



Committente: **COMUNE DI GENOVA**  
Sondaggio: **51 - Cassetta: n°4**  
Prof. da **15.00 m. a 20.00 m.** →

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889  
F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)  
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)



Committente: **COMUNE DI GENOVA**  
Sondaggio: **51 - Cassetta: n°5**  
Prof. da **20.00 m. a 25.00 m.** →



Committente: **COMUNE DI GENOVA**  
Sondaggio: **51 - Cassetta: n°6**  
Prof. da **25.00 m. a 30.00 m.** →



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

---

4 | DOCUMENTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. **S2**

N° allegato

M3D019\_15

30\_04\_2015

-

Luca Maldotti



AREA TECNICA

codice

data

scala

redatto

committente

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)



4.1 | POSTAZIONE SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. **S2**

N° allegato

M3D019\_15

30\_04\_2015

-

Luca Maldotti



AREA TECNICA

codice

data

scala

redatto

committente



**Sede Operativa e uffici** Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
**Sede Legale** Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889  
F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)  
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

---

---

4.2 | SCHEDA TECNICA SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. **S2**

N° allegato

M3D019\_15

30\_04\_2015

-

Luca Maldotti



AREA TECNICA

codice

data

scala

redatto

committente



C. Cosenza - L. Piccolo

Sondatore

Beretta T45

Sonda utilizzata

**SONDAGGIO GEOGNOSTICO N° 52**

- Scheda Tecnica Attività -

COMUNE DI GENOVA - Area Tecnica

Committente

27 Aprile 2015

Data inizio

Via Casaccia - Via Paleocapa

Località

29 Aprile 2015

Data Fine

CAROTAGGIO INCLINATO 15° SULL'ORIZZONTALE

da mt.	a mt.	Φ mm.	Carotiere	Corona W-D
0,00	5,00	101	Semplice	W
5,00	20,00	101	NT2	D

RIVESTIMENTI

da mt.	a mt.	Φ mm.	Scarpa W-D
0,00	10,50	127	W

SPT - Standard Penetration Test

N°	da mt.	a mt.	N° Colpi	Punta A - C
1	1,50	1,95	5 - 7 - 8	A
2	3,00	3,45	7 - 8 - 10	A
3	4,50	4,95	10 - 12 - 15	A

CAMPIONI

N°	da mt.	a mt.	Tipo

LIVELLO FALDA

Data	Ora	PROF. mt.	F.FORO mt.	RIVEST. mt.

PROVE PERMEABILITA'

N°	Ore (hh.)	Lefranc	Lugeon

TUBO PVC

Diametro	
Tubo Cieco	
Tubo Microf.	
Lung. TOT.	

INCLINOMETRO

Diametro	
Lung. TOT.	
Alluminio	ABS
Azimut	

CAPITELLO IN ACCIAIO

Diametro	Ghisa	PVC
----------	-------	-----

TOMBINO

CASSETTE		PRESCAVO A MANO	
Numero	4	SI	NO

Note



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889  
F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)  
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

---

4.3 | STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. **S2**

N° allegato

M3D019\_15  
codice

30\_04\_2015  
data

-  
scala

Luca Maldotti  
redatto



AREA TECNICA  
committente

DATA	METODO DI PERFORAZIONE	INCLINAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	RIVESTIMENTO	PROFONDITÀ DA P.C.	COLONNINA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAROTAGGIO [%]	R.Q.D. [%]	MANOVRA DI CAROTAGGIO	DIMENSIONI SPEZZONI	DESCRIZIONE DEI GIUNTI	INCLINAZ. N° DISC.	TIPO DISCONTIN.	JRC DISCONTIN.	RIEMPIM.	APERTURA	GRADO DI ALTERAZ.	N° DISC. PER METRO	N° COLPI	PROFON.	CAMPIONI	STRUMENTAZ. INSTALLATA	NOTE	
27	ROTAS					0.40	Pre-scavo													1	1	1.50				
29	AZIONE		S			2.00	Riparto e terreno immanigliato rappresentato da sabbia limoso-argillosa con ghiaia e frammenti lapidei eterometrici, colore marrone, sciolto													2	2	3.00				
1	VERTECALE			W		3.00														3	3	4.50				
2	CAROT.				127 mm	4.40														4	4	6.30				
0	AGGIO					5.10		Substrato roccioso (Calcari di M. Antola) ridotto in breccia												5	5	7.50				
1	CONTINUO					6.00		Calcare-mamosso con vene di calcite moderatamente fratturato di colore grigio. Giunti poco alterati, da lisci a poco rugosi. Presenza di rare patine di ossidazione.												6	6	8.00				
5						7.00		Calcare-mamosso molto fratturato con livelli ridotti in breccia, giunti alterati, scabri con patine di ossidazione e talora riempimento molle di natura argilloso-ghialosa, colore grigio chiaro.												7	7	8.50				
						7.80		Calcare-mamosso con vene di calcite fratturato di colore grigio. Giunti poco alterati, da lisci a poco rugosi. Rare patine di ossidazione.												8	8	9.50				
						10.10		Calcare-mamosso molto fratturato fino a ridotto in breccia, giunti alterati, scabri con patine di ossidazione e talora riempimento molle di natura argilloso-ghialosa, colore grigio chiaro, abbondanti vene di calcite												9	9	11.00				
						10.50														10	10	11.60				
																				11	11	12.00				
																				12	12	13.50				
																				13	13	14.00				
																				14	14	14.60				
																				15	15	15.00				
																				16	16	16.50				
																				17	17	17.00				
																				18	18	18.00				
																				19	19	19.00				
																				20	20	20.00				



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

---

4.4 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO GEOGNOSTICO A C.C. **S2**

N° allegato

M3D019\_15

30\_04\_2015

-

Luca Maldotti



AREA TECNICA

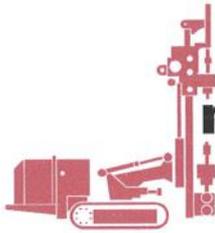
codice

data

scala

redatto

committente



**m3d** costruzioni  
speciali s.r.l.



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)



Committente: **COMUNE DI GENOVA**  
Sondaggio: **52** - Cassetta: **n°1**  
Prof. da **0.00 m. a 5.00 m.** →



Committente: **COMUNE DI GENOVA**  
Sondaggio: **52** - Cassetta: **n°2**  
Prof. da **5.00 m. a 10.00 m.** →

Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)



Committente: **COMUNE DI GENOVA**  
Sondaggio: **52** - Cassetta: **n°3**  
Prof. da **10.00 m.** a **15.00 m.** →



Committente: **COMUNE DI GENOVA**  
Sondaggio: **52** - Cassetta: **n°4**  
Prof. da **15.00 m.** a **20.00 m.** →



Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

T> +39 010 2518889  
F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)  
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

---

---

5 | ELABORATI GRAFICI INDAGINE GPR

N° | allegato

M3D019\_15

30\_04\_2015

-

Luca Maldotti



AREA TECNICA

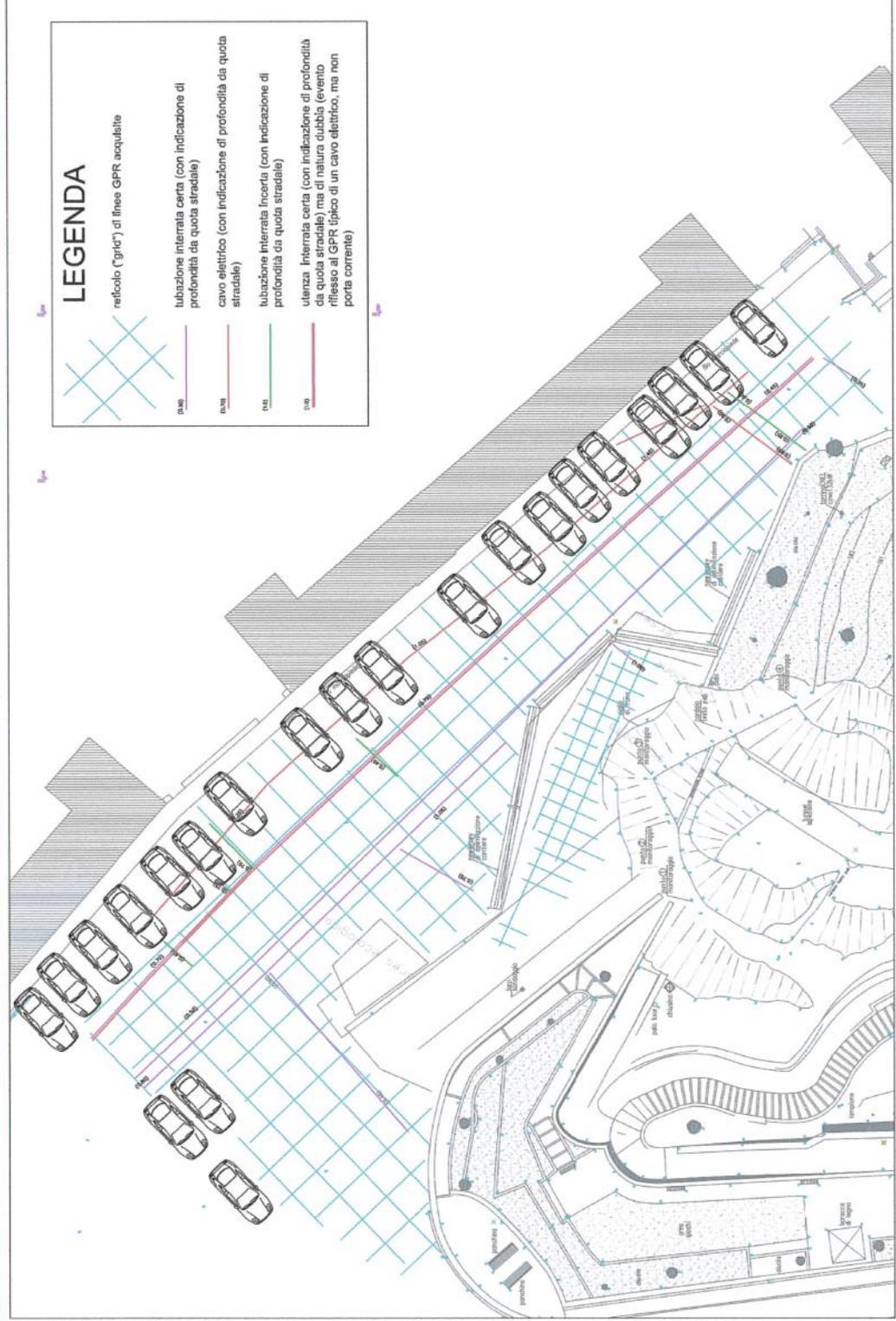
codice

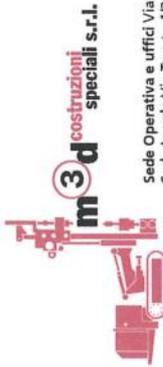
data

scala

redatto

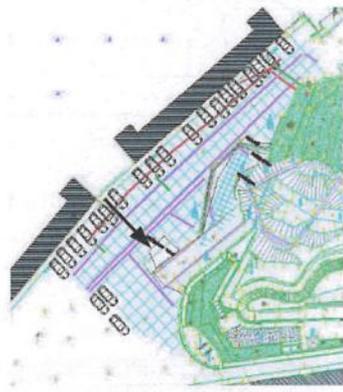
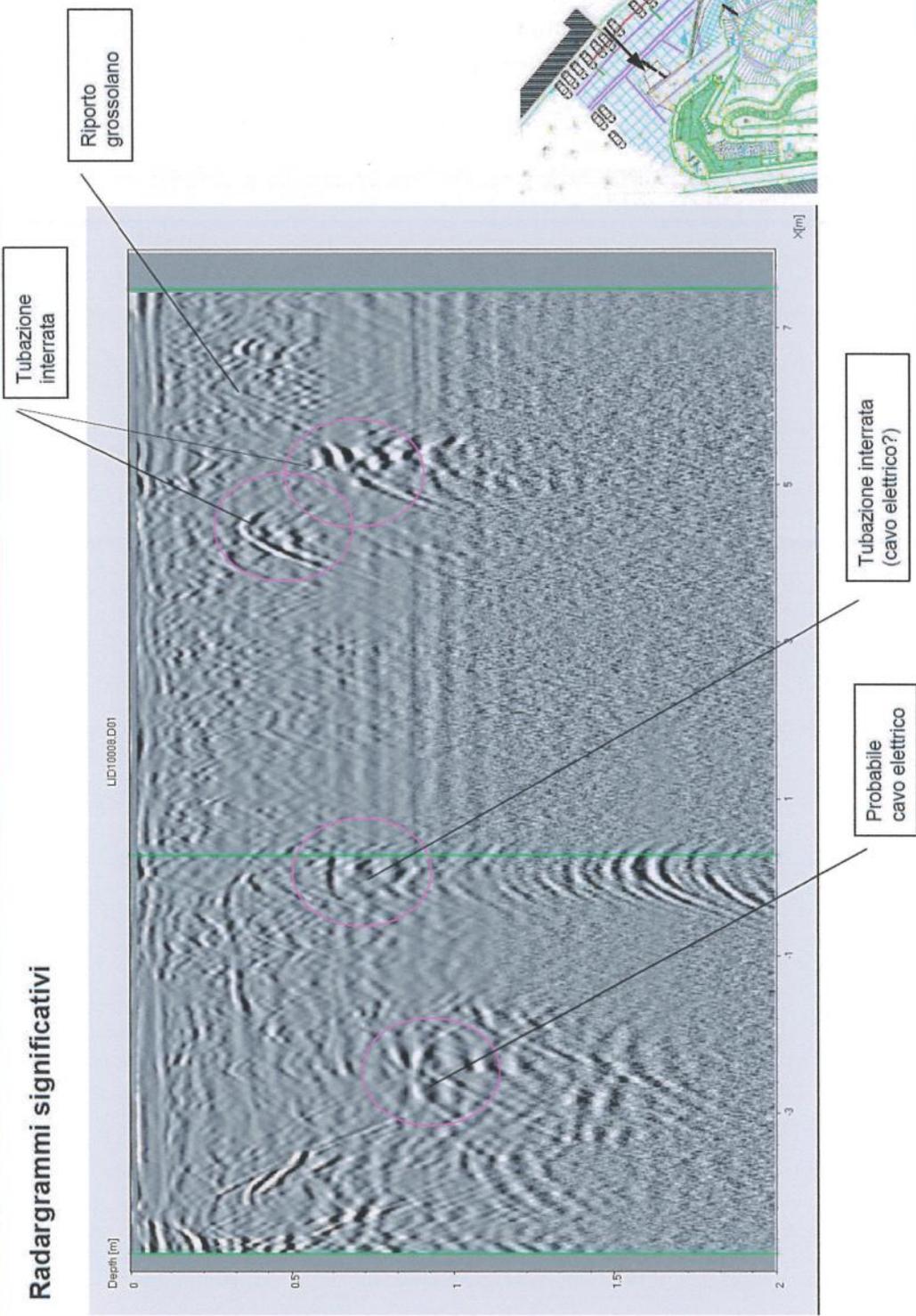
committente





Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)  
T+ +39 010 2518889  
F+ +39 010 2517028  
Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)  
E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

### Radargrammi significativi





Sede Operativa e uffici Via al Santuario N.S. della Guardia 49 A rosso - 16162 Genova (GE)  
Sede Legale Via Trento 4/2 - 16013 Campo Ligure (GE)

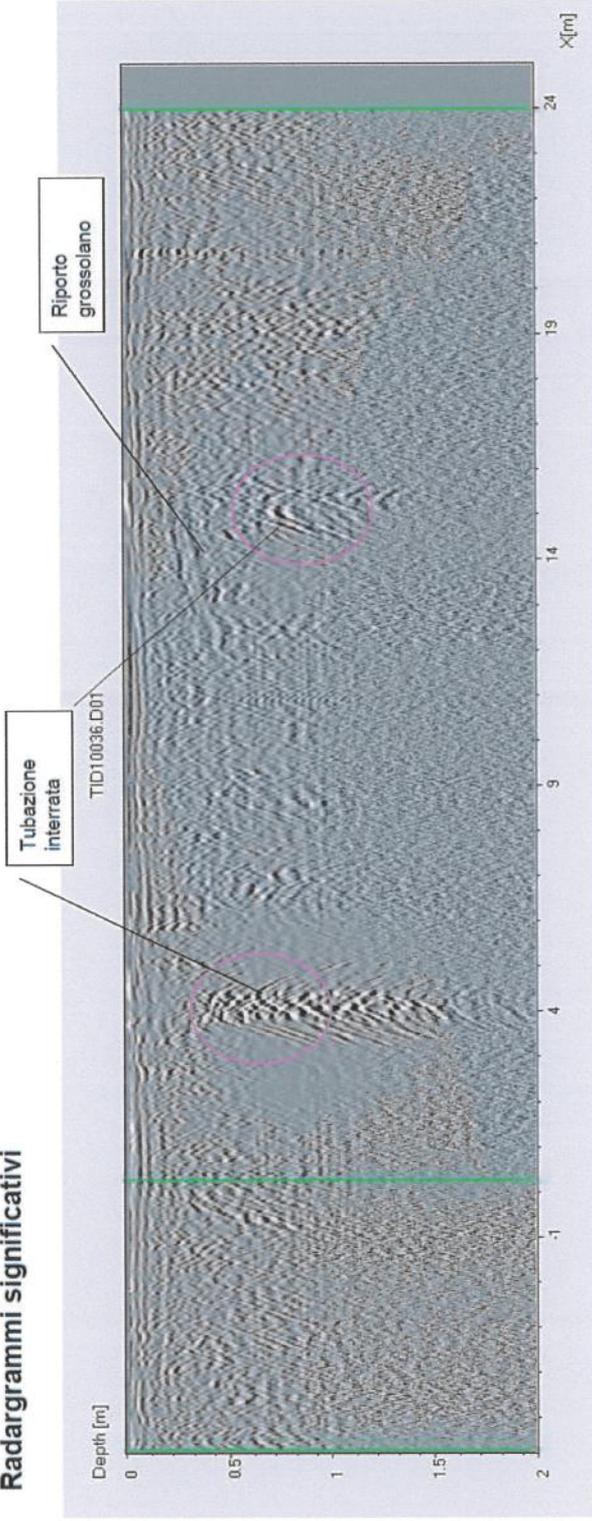
T> +39 010 2518889

F> +39 010 2517028

Web [www.m3dsrl.com](http://www.m3dsrl.com)

E-mail [info@m3dsrl.com](mailto:info@m3dsrl.com)

## Radargrammi significativi



02	05/2016	SECONDA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
01	11/2015	PRIMA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

# COMUNE DI GENOVA



## AREA TECNICA

Direttore Generale Area Arch. Laura PETACCHI

## DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

Direttore Arch. Mirco GRASSI

## STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA

Responsabile Geol. Giorgio GRASSANO

Progetto **11.01.00**

Geom. Giuseppe CAGGIA

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO

Geom. Giorgio GRASSANO

Progetto GEOTECNICO - IDROGEOLOGICO

F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
Geom. Giuseppe Caggia  
Geom. Antonietta Franzè  
Geom. Enrico Ballarino

F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
Ing. Marianna Reggio

F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Rilievi

Responsabile  
Collaboratori

F.D.T. Geom. Ivano Bareggi

F.S.T. Geom. Bartolomeo Caviglia

I.S.T. Dott. Matteo Previtiera

Coordinatore per la Sicurezza (in fase di Progettazione)

I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Verifica accessibilità

Altro (Progetto prevenzione incendi)

Altro (Progetto aspetti vegetazionali)

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S. Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina

Municipio Centro Est

I

Quartiere Oregina

11

N° prog. tav. --

N° tot. tav. --

Scala

--

Data

Maggio 2016

Allegato B\_ Verifiche di stabilità stato di progetto

Tavola N°

ESECUTIVO

GEOTECNICO

Codice PROGETTAZIONE  
11.01.00

Codice OPERA

Codice ARCHIVIO

**al. B\_R02**  
**E-G\_Tec**



COMUNE DI GENOVA

Completamento degli interventi di messa in sicurezza  
del rio S. Ugo in corrispondenza dei giardini di via  
Casaccia a Genova Oregina.

PROGETTO ESECUTIVO

Verifiche di stabilità  
Allegato B alla Relazione Geologica

## 1. GENERALITA'

All'interno del progetto di "Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S.Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina", si è reso necessario intervenire con opere di ingegneria naturalistica per stabilizzare il comparto e per restituire il verde pubblico.

Le seguenti verifiche di stabilità sono state effettuate secondo le Norme Tecniche sulle Costruzioni

- Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite le NTC 2008 è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi permanenti e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e lasciati inalterati i carichi.

Operando in tal modo si ottengono valori delle spinte (azioni) maggiorate e valori di resistenza ridotti e pertanto nelle verifiche globali è possibile fare riferimento a coefficienti di sicurezza unitari.

- Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

---

### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio ( $W$ ), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura ( $R$  e  $C$ ) e resistenza per coesione lungo la parete ( $A$ );
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta  $S$  sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

- Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove  $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$  essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ .

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità:

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w))^*(k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata:

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w))^*(k_h/(1 \pm k_v))]$$

Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

- Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_r$ .

Eseguendo il calcolo mediante le NTC 2008 si può impostare  $\eta_r \geq 1.0$ .

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$M_s / M_r \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

- Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_s$

Eseguendo il calcolo mediante le NTC 2008 - AP 1 si può impostare  $\eta_s \geq 1.0$

$$F_r / F_s \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento. Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_f$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

- Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$Q_u / R \geq \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante le NTC 2008 - AP 1 si può impostare  $\eta_q \geq 1.0$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Indicando con:

$c$ , la coesione del terreno in fondazione;

$\phi$ , l'angolo di attrito del terreno in fondazione;

$\gamma$ , il peso di volume del terreno in fondazione;

$B$ , la larghezza della fondazione;

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

D, la profondità del piano di posa;  
 q, la pressione geostatica alla quota del piano di posa.  
 $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$ , i coefficienti di capacità portante;  
 $d_c$ ,  $d_q$ ,  $d_\gamma$ , i fattori di profondità;  
 $i_c$ ,  $i_q$ ,  $i_\gamma$ , i fattori di inclinazione del carico;

#### Fattori di capacità portante

$$N_q = e^{\pi \operatorname{tg} \phi} \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = [N_q - 1] \operatorname{tg} (1.4\phi)$$

#### Fattori di profondità

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$d_q = 1 + 0.2 D \sqrt{K_p} / B$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 D \sqrt{K_p} / B \quad \text{per } \phi > 0$$

#### Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con  $\phi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\circ$$

$$i_\gamma = (1 - \theta^\circ/\phi^\circ)^\circ \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

#### ▪ Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\eta_g$

Eseguendo il calcolo mediante le NTC 2008 si può impostare  $\eta_g \geq 1.1$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

$$\eta = \frac{\sum^n_i \left( \frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \operatorname{tg} \phi_i \right)}{\sum^n_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima e  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia. Inoltre  $u_i$  ed  $l_i$  rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ( $l_i = b_i / \cos \alpha_i$ ).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in  $n$  strisce e dalla formula precedente si ricava  $\eta$ . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

- Verifiche interne

Le verifiche interne riguardano la determinazione del non superamento delle resistenze date dai rinforzi per i meccanismi di:

- scorrimento diretto;
- sfilamento;
- resistenza a trazione.

Con  $S$  verrà indicata la spinta agente alla quota del rinforzo considerato.

La verifica a scorrimento diretto consiste nell'assicurare una lunghezza del rinforzo tale da scongiurare lo scivolamento del blocco di terra armata al di sopra del rinforzo stesso. La resistenza allo scorrimento lungo un'elemento di rinforzo è data dalla seguente espressione:

$$\tau_{\text{scor}} = \sigma'_v f_{ds} \tan \phi'$$

con  $f_{ds}$  coeff. di resistenza allo scorrimento.

In termini di forza si ha:

$$T_{\text{scor}} = L_{\text{scor}} \times B \times \tau_{\text{scor}}$$

$L_{\text{scor}}$ : Lunghezza del rinforzo;

$B$ : Larghezza del rinforzo (pari ad 1 metro).

La verifica è soddisfatta se:

$$T_{\text{scor}}/S \geq F_{S_{\text{scor}}}$$

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

La verifica a sfilamento consiste nell'assicurare una lunghezza del rinforzo tale da scongiurare lo sfilamento del rinforzo dalla terra armata. La resistenza allo sfilamento lungo un'elemento di rinforzo è data dalla seguente espressione:

$$\tau_{sfil} = \sigma'_v \times f_{po} \times \tan \phi'$$

con  $f_{po}$  coeff. di resistenza allo sfilamento.

In termini di forza si ha:

$$T_{sfil} = L_{sfil} \times B \times 2 \tau_{sfil}$$

$L_{sfil}$ : Lunghezza del rinforzo;

$B$ : Larghezza del rinforzo (pari ad 1 metro).

La verifica è soddisfatta se:

$$T_{sfil}/S \geq FS_{sfil}$$

La verifica a trazione consiste nell'assicurare che la tensione nel rinforzo non superi quella ammissibile. La verifica è soddisfatta se:

$$P / T \geq FS_{traz}$$

con  $P$  resistenza ammissibile impiegata per il dimensionamento:

$$P = LTDS / (FS_{giunzione} \times FS_{chimico} \times FS_{biologico} \times FS_{danni\ ambientali})$$

LTDS: resistenza di progetto a lungo termine;

$T$ : sforzo agente nel rinforzo.

La *verifica del risvolto* consiste nel prevenire spanciamenti della facciata. La resistenza allo scorrimento del risvolto è data dalla seguente espressione:

$$\tau_{scor,risc} = \sigma'_v f_{ds} \tan \phi'$$

con  $f_{ds}$  coeff. di resistenza allo scorrimento.

In termini di forza si ha:

$$T_{scor,risc} = L_{risc} \times B \times \tau_{scor,risc}$$

$L_{risc}$ : Lunghezza del rinforzo;

$B$ : Larghezza del rinforzo (pari ad 1 metro).

La verifica è soddisfatta se:

$$T_{scor,risc}/S \geq FS_{scor}$$

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

- Verifiche composte

Le verifiche composte riguardano la ricerca dei cinematismi di rottura che riguardano l'insieme terreno rinforzi. Il programma analizza delle famiglie di superfici circolari. Il calcolo del fattore di sicurezza della superficie circolare è effettuato con il metodo delle strisce tenendo conto del contributo di resistenza dei rinforzi contenuti.

## 01. Normativa

Spinte e verifiche secondo: N.T.C. 2008

*Simbologia adottata*

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_{\gamma}$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

**Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche**Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	0.90	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.10	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$		1.00	1.00

**Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00

## COMUNE DI GENOVA

---

 Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1.00	1.00

**Verifiche esterne - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

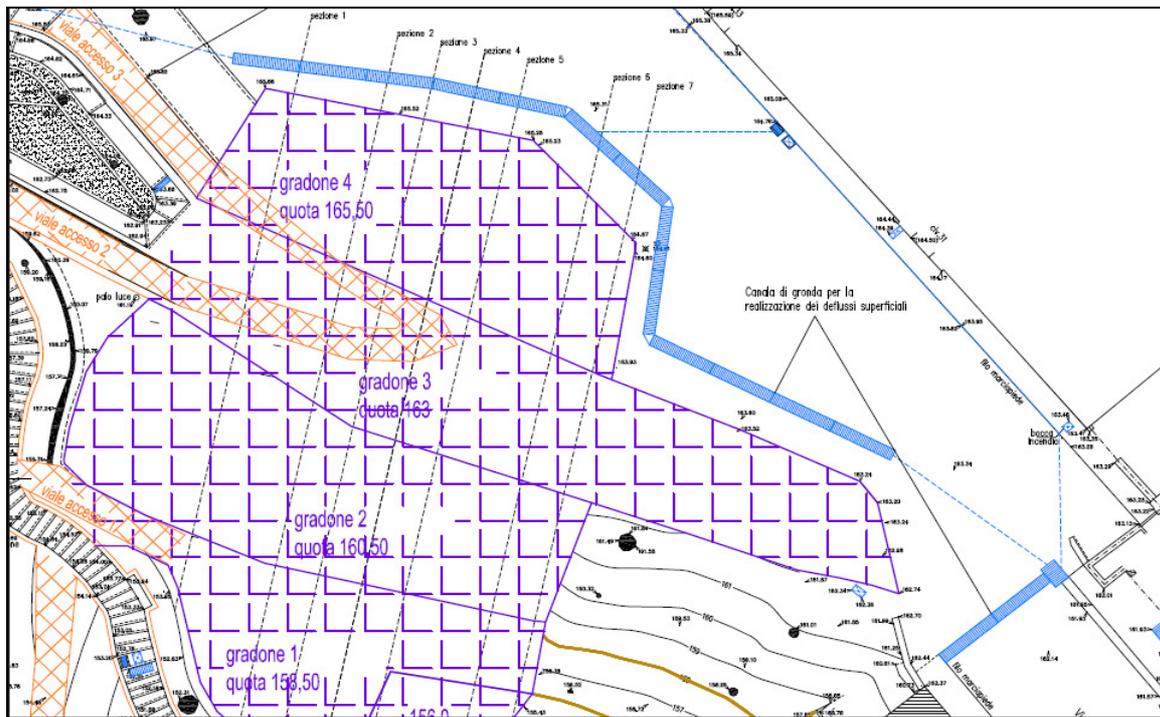
**Verifiche interne - Coefficienti di sicurezza richiesti**

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento dei rinforzi	1.50
Coefficiente di sicurezza allo sfilamento del rinforzo	3.00
Coefficiente di sicurezza alla trazione del rinforzo	1.30
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento del risvolto	1.30

**Verifiche compound - Coefficienti di sicurezza richiesti**

Coefficiente di sicurezza alla stabilità locale	1.30
Coefficiente di sicurezza alla stabilità locale sismica	1.30

Le verifiche di stabilità sono state eseguite sulle sezioni 1, 4 e 6.



COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

## 02. VERIFICHE DI STABILITA'

### ▪ Sezione 1

Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

*Descrizione* Descrizione terreno

$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_{sat}$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
$\delta$	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
$c$	Coesione del terreno espressa in [kg/cmq]
$ca$	Adesione del terreno espressa in [kg/cmq]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	$c$	$ca$
terra armata	2000,00	2000,00	35,00	23,33	0,020	0,000
sabbia limos-argill	1590,00	1990,00	29,00	19,33	0,000	0,000
ghiaia sabb-limos	1590,00	1990,00	30,00	20,00	0,000	0,000

Stratigrafia terreno spingente

*Simbologia adottata*

$n^\circ$	Identificativo strato
$Sp$	Spessore dello strato, espresso in [m]
$Inc$	Inclinazione dello strato, espresso in [°]
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

N	Sp	Inc	Terreno
1	9,00	0,00	sabbia limos-argill
2	2,50	0,00	ghiaia sabb-limos

Profilo terreno

*Simbologia adottata*

$n^\circ$	Identificativo punto
$X$	Ascissa punto, espresso in [m]
$Y$	Ordinata punto, espresso in [m]

$n^\circ$	X	Y
1	2,60	0,00
2	22,00	0,80

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

## Caratteristiche rinforzi

*Simbologia adottata**Rinforzo* Identificativo del rinforzo*LTDS* Resistenza di progetto di lungo termine, espresso in [kg/m]*FS<sub>DG</sub>* Fattore di sicurezza per danni di giunzione*FS<sub>DC</sub>* Fattore di sicurezza per danni chimici*FS<sub>DB</sub>* Fattore di sicurezza per danni biologici*FS<sub>DA</sub>* Fattore di sicurezza per danni ambientali*LTDS<sub>A</sub>* Resistenza di progetto di lungo termine ammissibile, espresso in [kg/m]

<b>Rinforzo</b>	<b>LTDS</b>	<b>FS<sub>DG</sub></b>	<b>FS<sub>DC</sub></b>	<b>FS<sub>DB</sub></b>	<b>FS<sub>DA</sub></b>	<b>LTDS<sub>A</sub></b>
rinforzo 1	5500,00 4230,77	1,00	1,00	1,00	1,30	

## Geometria Terra Armata

*Simbologia adottata*

Il sistema di riferimento è il punto in alto a destra della terra armata

*n°* Identificativo punto*X* Ascissa, espresso in [m]*Y* Ordinata, espresso in [m]

<b>n°</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	0,00	0,00
2	-6,50	0,00
3	-7,92	-2,32
4	-14,92	-2,32
5	-16,70	-5,22
6	-25,70	-5,22
7	-27,12	-7,54
8	-30,12	-7,54
9	-32,25	-11,02
10	0,00	-11,02
11	0,00	-5,51

## Struttura Terra Armata

*Simbologia adottata**Terreno* Terreno dello strato*Fds* Parametro di interazione rinforzo-terra utilizzato per la verifica interna a scorrimento diretto*Fpo* Parametro di interazione rinforzo-terra utilizzato per la verifica interna a sfilamento del rinforzo dal terreno**Terreno****Fds****Fpo**

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

terra armata 0,90 0,90

### Descrizione rinforzi della Terra armata

#### Simbologia adottata

*z* Quota del rinforzo

*Rinforzo* Identificativo del rinforzo

*L* Lunghezza del rinforzo, espresso in [m]

*Lrv* Lunghezza tratto di risvolto verticale (facciata del risvolto), espresso in [m]

*Lro* Lunghezza tratto di risvolto orizzontale (interno del risvolto), espresso in [m]

<b>z</b>	<b>Rinforzo</b>	<b>L</b>	<b>Lrv</b>	<b>Lro</b>
0,00	rinforzo 1	6,50	0,00	10,00
-0,68	rinforzo 1	6,92	0,68	10,00
-1,36	rinforzo 1	7,33	0,68	10,00
-2,04	rinforzo 1	7,75	0,68	10,00
-2,72	rinforzo 1	15,17	0,40	10,00
-3,40	rinforzo 1	15,58	0,68	10,00
-4,08	rinforzo 1	16,00	0,68	10,00
-4,76	rinforzo 1	16,42	0,68	10,00
-5,44	rinforzo 1	25,83	0,22	10,00
-6,12	rinforzo 1	26,25	0,68	10,00
-6,80	rinforzo 1	26,67	0,68	10,00
-7,48	rinforzo 1	27,08	0,68	10,00
-8,16	rinforzo 1	30,50	0,62	10,00
-8,84	rinforzo 1	30,92	0,68	10,00
-9,52	rinforzo 1	31,33	0,68	10,00
-10,20	rinforzo 1	31,75	0,68	10,00
-10,88	rinforzo 1	32,16	0,68	10,00

### Dati parametri sisma

#### Analisi SLU

Accelerazione al suolo ( $a_g$ )	0.67 [m/s <sup>2</sup> ]	
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale ( $F_0$ )		2.54
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante ( $Tc^*$ )	0.29	
Tipo di sottosuolo	E	
Coefficiente stratigrafico ( $S_s$ )	1.60	
Coefficiente di riduzione ( $\beta_m$ )	0.18	

#### Analisi SLE

Accelerazione al suolo ( $a_g$ )	0.29 [m/s <sup>2</sup> ]	
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale ( $F_0$ )		2.54
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante ( $Tc^*$ )	0.21	
Coefficiente stratigrafico ( $S_s$ )	1.60	
Coefficiente di riduzione ( $\beta_m$ )	0.18	

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Categoria topografica T2  
Coefficiente amplificazione topografica  $S_T$  1.20  
Intensità sismica Verticale/Orizzontale 0.50  
Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statica

#### Opzioni di calcolo

Le verifiche di capacità portante sono state eseguite con il metodo di MEYERHOF.  
Le verifiche di stabilità globale e di compound sono state eseguite con il metodo di FELLENIUS.

---

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

## Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione
$C$	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 EQU - Sisma Vert. positivo

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 STAB - Sisma Vert. positivo

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. negativo

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 SLE (Rara)

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo

<b>Condizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

## Verifiche - Coefficienti di sicurezza

**Verifiche esterne***Simbologia adottata*

- $FS_{Rib}$  Fattore di sicurezza a ribaltamento  
 $FS_{Scor}$  Fattore di sicurezza a scorrimento  
 $FS_{Qlim}$  Fattore di sicurezza a carico limite  
 $FS_{Stab}$  Fattore di sicurezza a stabilità globale

	$FS_{Rib}$	$FS_{Scor}$	$FS_{Qlim}$	$FS_{Stab}$
Comb. n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo	--	4,29	14,84	--
Comb. n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo	--	4,26	15,15	--
Comb. n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo	--	2,91	5,23	--
Comb. n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo	--	2,89	5,34	--
Comb. n° 5 EQU - Sisma Vert. positivo	52,51	--	--	--
Comb. n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo	32,98	--	--	--
Comb. n° 7 STAB - Sisma Vert. positivo	--	--	--	3,78
Comb. n° 8 STAB - Sisma Vert. negativo	--	--	--	3,79
Comb. n° 9 SLE (Quasi Permanente)	--	6,14	16,70	--
Comb. n° 10 SLE (Frequente)	--	6,14	16,70	--
Comb. n° 11 SLE (Rara)	--	6,14	16,70	--
Comb. n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo	--	5,16	15,86	--
Comb. n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo	--	5,15	16,02	--
Comb. n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo	--	5,16	15,86	--
Comb. n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo	--	5,15	16,02	--
Comb. n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo	--	5,16	15,86	--
Comb. n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo	--	5,15	16,02	--

**Verifiche interne***Simbologia adottata*

- $FS_{Scor}$  Fattore di sicurezza a scorrimento  
 $FS_{Sfil}$  Fattore di sicurezza a sfilamento  
 $FS_{Traz}$  Fattore di sicurezza a trazione  
 $FS_{ScorR}$  Fattore di sicurezza a scorrimento del risvolto

	$FS_{Scor}$	$FS_{Sfil}$	$FS_{Traz}$	
Comb. n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo	1000,00	1000,00	16,86	7,82
Comb. n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo	1000,00	1000,00	17,25	9,03
Comb. n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo	164,89	329,78	7,17	2,92
Comb. n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo	170,78	341,57	7,32	3,38

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Comb. n° 9 SLE (Quasi Permanente)	1000,00	1000,00	107,85
	1000,00		
Comb. n° 10 SLE (Frequente)	1000,00	1000,00	107,85
	1000,00		
Comb. n° 11 SLE (Rara)	1000,00	1000,00	107,85
	1000,00		
Comb. n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo	1000,00	1000,00	18,11
Comb. n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo	1000,00	1000,00	18,30
Comb. n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo	1000,00	1000,00	18,11
Comb. n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo	1000,00	1000,00	18,30
Comb. n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo	1000,00	1000,00	18,11
Comb. n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo	1000,00	1000,00	18,30

### **Verifiche composte**

#### *Simbologia adottata*

$FS_{Comp}$  Coefficiente di sicurezza a stabilità locale (compound)

	<b><math>FS_{Comp}</math></b>
Comb. n° 7 STAB - Sisma Vert. positivo	2,56
Comb. n° 8 STAB - Sisma Vert. negativo	2,53

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Verifiche esterne

**Risultati spinta**Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]

Incremento sismico della spinta	1853,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	1746,35	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	620,16	[kg]

Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]

Incremento sismico della spinta	1151,43	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	1085,04	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	385,32	[kg]

Combinazione n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	36542,05	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	35150,91	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,74	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	15,86	[°]

Incremento sismico della spinta	2127,07	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	2046,10	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	581,32	[kg]

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Spinta statica	36542,05	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	35150,91	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,74	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	15,86	[°]

Incremento sismico della spinta	1267,78	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	1219,51	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	346,48	[kg]

#### Combinazione n° 5 EQU - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	36542,05	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	35150,91	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,74	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	15,86	[°]

Incremento sismico della spinta	2127,07	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	2046,10	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	581,32	[kg]

#### Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

Spinta statica	36542,05	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	35150,91	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,74	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	15,86	[°]

Incremento sismico della spinta	1267,78	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	1219,51	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	346,48	[kg]

#### Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]

Combinazione n° 11 SLE (Rara)

Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]

Combinazione n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]

Incremento sismico della spinta	802,36	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	756,10	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	268,50	[kg]

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]

Incremento sismico della spinta	494,28	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	465,78	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	165,41	[kg]

Combinazione n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]
Incremento sismico della spinta	802,36	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	756,10	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	268,50	[kg]
<u>Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo</u>		
Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]
Incremento sismico della spinta	494,28	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	465,78	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	165,41	[kg]
<u>Combinazione n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo</u>		
Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]
Incremento sismico della spinta	802,36	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	756,10	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	268,50	[kg]
<u>Combinazione n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo</u>		
Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]
Incremento sismico della spinta	494,28	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	465,78	[kg]

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Componente verticale dell'incremento sismico

165,41

[kg]

**Risultanti**Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	40812,49	[kg]
Risultanti in direzione Y	480821,32	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	480821,32	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	40812,49	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,489	[m]
Risultante in fondazione	482550,31	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,85	[°]
Carico ultimo della fondazione	7133639,33	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,523	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,459	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 26.98$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.47$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.01$

Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

Risultanti in direzione X	40151,19	[kg]
Risultanti in direzione Y	469641,97	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	469641,97	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	40151,19	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,487	[m]
Risultante in fondazione	471355,18	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,89	[°]
Carico ultimo della fondazione	7115141,40	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,511	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,401	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 26.96$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.46$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 10.98$

Combinazione n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	48141,51	[kg]
Risultanti in direzione Y	480782,71	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	480782,71	[kg]

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	48141,51	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,433	[m]
Risultante in fondazione	483186,94	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	5,72	[°]
Carico ultimo della fondazione	2516345,89	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,539	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,443	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 20.42$	$N'_c = 17.91$
$N_q = 10.43$	$N'_q = 9.15$
$N_\gamma = 6.53$	$N'_\gamma = 3.87$

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

Risultanti in direzione X	47314,93	[kg]
Risultanti in direzione Y	469603,37	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	469603,37	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	47314,93	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,430	[m]
Risultante in fondazione	471980,96	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	5,75	[°]
Carico ultimo della fondazione	2507472,47	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,527	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,385	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 20.42$	$N'_c = 17.89$
$N_q = 10.43$	$N'_q = 9.14$
$N_\gamma = 6.53$	$N'_\gamma = 3.85$

Combinazione n° 5 EQU - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	48141,51	[kg]
Risultanti in direzione Y	480782,71	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	182560,57	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	9585526,18	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	480782,71	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	48141,51	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,433	[m]
Risultante in fondazione	483186,94	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	5,72	[°]

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

Risultanti in direzione X	47314,93	[kg]
Risultanti in direzione Y	469603,37	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	287112,06	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	9470364,75	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	469603,37	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	47314,93	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,430	[m]
Risultante in fondazione	471980,96	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	5,75	[°]

Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

Risultanti in direzione X	28121,64	[kg]
Risultanti in direzione Y	474728,91	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	474728,91	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	28121,64	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,582	[m]
Risultante in fondazione	475561,10	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	3,39	[°]
Carico ultimo della fondazione	7928598,60	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,491	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,453	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.91$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 17.04$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 12.33$

Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

Risultanti in direzione X	28121,64	[kg]
Risultanti in direzione Y	474728,91	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	474728,91	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	28121,64	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,582	[m]
Risultante in fondazione	475561,10	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	3,39	[°]
Carico ultimo della fondazione	7928598,60	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,491	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,453	[kg/cmq]

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.91$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 17.04$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 12.33$

Combinazione n° 11 SLE (Rara)

Risultanti in direzione X	28121,64	[kg]
Risultanti in direzione Y	474728,91	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	474728,91	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	28121,64	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,582	[m]
Risultante in fondazione	475561,10	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	3,39	[°]
Carico ultimo della fondazione	7928598,60	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,491	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,453	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.91$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 17.04$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 12.33$

Combinazione n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	33676,88	[kg]
Risultanti in direzione Y	477396,98	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	477396,98	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	33676,88	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,541	[m]
Risultante in fondazione	478583,34	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,04	[°]
Carico ultimo della fondazione	7573415,10	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,505	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,455	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.50$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.79$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.74$

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Risultanti in direzione X	33386,56	[kg]
Risultanti in direzione Y	472494,75	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	472494,75	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	33386,56	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,541	[m]
Risultante in fondazione	473672,83	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,04	[°]
Carico ultimo della fondazione	7569770,23	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,500	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,430	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.49$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.79$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.73$

Combinazione n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	33676,88	[kg]
Risultanti in direzione Y	477396,98	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	477396,98	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	33676,88	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,541	[m]
Risultante in fondazione	478583,34	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,04	[°]
Carico ultimo della fondazione	7573415,10	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,505	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,455	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.50$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.79$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.74$

Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

Risultanti in direzione X	33386,56	[kg]
Risultanti in direzione Y	472494,75	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	472494,75	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	33386,56	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,541	[m]
Risultante in fondazione	473672,83	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,04	[°]

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Carico ultimo della fondazione	7569770,23	[kg]
<u>Tensioni sul terreno</u>		
Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,500	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,430	[kg/cmq]
<u>Fattori per il calcolo della capacità portante</u>		
$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.49$	
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.79$	
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.73$	
<u>Combinazione n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo</u>		
Risultanti in direzione X	33676,88	[kg]
Risultanti in direzione Y	477396,98	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	477396,98	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	33676,88	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,541	[m]
Risultante in fondazione	478583,34	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,04	[°]
Carico ultimo della fondazione	7573415,10	[kg]
<u>Tensioni sul terreno</u>		
Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,505	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,455	[kg/cmq]
<u>Fattori per il calcolo della capacità portante</u>		
$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.50$	
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.79$	
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.74$	
<u>Combinazione n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo</u>		
Risultanti in direzione X	33386,56	[kg]
Risultanti in direzione Y	472494,75	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	472494,75	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	33386,56	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,541	[m]
Risultante in fondazione	473672,83	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,04	[°]
Carico ultimo della fondazione	7569770,23	[kg]
<u>Tensioni sul terreno</u>		
Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,500	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,430	[kg/cmq]

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Fattori per il calcolo della capacità portante

$$N_c = 30.14$$

$$N'_c = 27.49$$

$$N_q = 18.40$$

$$N'_q = 16.79$$

$$N_\gamma = 15.67$$

$$N'_\gamma = 11.73$$

**Stabilità globale terra armata + terreno***Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla terra armata (spigolo contro terra)

*Str* Identificativo della striscia*W* peso della striscia espresso in [kg] $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia*c* coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]*l* lunghezza della base della striscia espressa in [m]*u* pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]*N* sforzo normale alla base della striscia espressa in [kg]*T* sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in [kg]Combinazione n° 7 STAB - Sisma Vert. positivo*Superficie di scorrimento n° 91 -  $F_s = 3.78$* 

<b>Str</b>	<b>W</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>c</b>	<b>l</b>	<b>u</b>	<b>N</b>	<b>T</b>
1	16964	-50,42	24,79	0,00	4,02	0	4162	508
2	35599	-43,17	24,79	0,00	3,52	0	12949	1581
3	52919	-36,57	24,79	0,00	3,19	0	21268	2596
4	63100	-30,55	24,79	0,00	2,98	0	28727	3507
5	68486	-24,43	24,79	0,00	2,82	0	35276	4306
6	72646	-18,29	24,79	0,00	2,70	0	40737	4973
7	84430	-13,21	24,79	0,00	2,63	0	44732	5461
8	92555	-8,36	24,79	0,00	2,59	0	47434	5790
9	93546	-3,63	24,79	0,00	2,57	0	48836	5962
10	96392	2,68	24,79	0,00	2,57	0	48929	5973
11	104619	7,85	24,79	0,00	2,59	0	47680	5821
12	102791	12,68	24,79	0,00	2,63	0	45155	5512
13	95020	17,71	24,79	0,00	2,69	0	59369	7247
14	84348	23,05	24,79	0,00	2,79	0	77615	9475
15	79484	29,80	24,79	0,00	2,95	0	68976	8420
16	73264	35,74	24,79	0,00	3,16	0	59470	7260
17	65254	42,20	24,79	0,00	3,46	0	48339	5901
18	54867	49,49	24,79	0,00	3,95	0	35642	4351
19	40724	59,31	24,79	0,00	5,02	0	20786	2537
20	18340	71,92	23,91	0,00	8,26	0	5690	667

Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. negativo*Superficie di scorrimento n° 91 -  $F_s = 3.79$* 

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Str	W	$\alpha$	$\phi$	c	l	u	N	T
1	16964	-50,42	24,79	0,00	4,02	0	4162	507
2	35599	-43,17	24,79	0,00	3,52	0	12949	1576
3	52919	-36,57	24,79	0,00	3,19	0	21268	2589
4	63100	-30,55	24,79	0,00	2,98	0	28727	3497
5	68486	-24,43	24,79	0,00	2,82	0	35276	4294
6	72646	-18,29	24,79	0,00	2,70	0	40737	4959
7	84430	-13,21	24,79	0,00	2,63	0	44732	5445
8	92555	-8,36	24,79	0,00	2,59	0	47434	5774
9	93546	-3,63	24,79	0,00	2,57	0	48836	5945
10	96392	2,68	24,79	0,00	2,57	0	48929	5956
11	104619	7,85	24,79	0,00	2,59	0	47680	5804
12	102791	12,68	24,79	0,00	2,63	0	45155	5497
13	95020	17,71	24,79	0,00	2,69	0	59369	7227
14	84348	23,05	24,79	0,00	2,79	0	77615	9448
15	79484	29,80	24,79	0,00	2,95	0	68976	8396
16	73264	35,74	24,79	0,00	3,16	0	59470	7239
17	65254	42,20	24,79	0,00	3,46	0	48339	5884
18	54867	49,49	24,79	0,00	3,95	0	35642	4339
19	40724	59,31	24,79	0,00	5,02	0	20786	2530
20	18340	71,92	23,91	0,00	8,26	0	5690	665

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Verifiche interne

**Risultati rinforzi***Simbologia adottata*

<i>n°</i>	Identificativo rinforzo
<i>z</i>	Quota del rinforzo, espresso in [m]
<i>Rinf</i>	Tipo di rinforzo utilizzato
<i>Sf</i>	Sforzo nel rinforzo espressa in [kg/m]
<i>Ll</i>	Lunghezza libera del rinforzo espressa in [m]
<i>Lf</i>	Lunghezza fondazione del rinforzo espressa in [m]
<i>Lt</i>	Lunghezza totale del rinforzo espressa in [m]
<i>Lrisv</i>	Lunghezza del risvolto del rinforzo espressa in [m]

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

<b>n°</b>	<b>z</b>	<b>Rinf</b>	<b>Sf</b>	<b>Ll</b>	<b>Lf</b>	<b>Lt</b>	<b>Lrisv</b>
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,72	5,78	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,48	6,43	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,25	7,09	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,73	14,44	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,49	15,09	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,25	15,75	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	72,17	0,74	25,10	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,50	25,75	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,26	26,41	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	91,69	1,00	29,50	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,76	30,15	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,53	30,81	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	118,39	0,29	31,46	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	250,94	0,05	32,12	32,16	10,00

<b>n°</b>	<b>z</b>	<b>Rinf</b>	<b>Fs scor</b>	<b>Fs sfil</b>	<b>Fs traz</b>	<b>Fs risv</b>
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1136,20	2272,39	58,63	7,82
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1879,91	3759,82	46,14	192,70
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	2107,30	4214,61	35,74	312,45
17	-10,88	rinforzo 1	1101,05	2202,09	16,86	171,01

Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,72	5,78	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,48	6,43	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,25	7,09	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,73	14,44	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,49	15,09	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,25	15,75	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	62,52	0,74	25,10	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,50	25,75	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,26	26,41	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	69,97	1,01	29,49	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,77	30,15	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,53	30,80	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	106,17	0,29	31,46	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	245,27	0,05	32,11	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1311,59	2623,17	67,68	9,03
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	2463,21	4926,42	60,46	252,50
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	2349,72	4699,44	39,85	348,39
17	-10,88	rinforzo 1	1126,52	2253,04	17,25	174,97

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Combinazione n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,94	5,56	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,63	6,29	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,32	7,01	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	86,70	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,94	14,22	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,63	14,95	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	105,47	0,32	15,68	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	278,88	0,02	16,40	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	154,97	0,95	24,88	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,65	25,61	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	75,84	0,34	26,33	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	264,78	0,03	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	253,61	1,31	29,19	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	67,59	1,00	29,92	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	215,23	0,69	30,65	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	362,86	0,37	31,37	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	590,27	0,06	32,10	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	164,89	329,78	48,80	108,51
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	404,89	809,77	40,11	128,23
8	-4,76	rinforzo 1	192,07	384,15	15,17	66,80
9	-5,44	rinforzo 1	423,45	846,89	27,30	2,92
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1321,26	2642,51	55,78	114,20
12	-7,48	rinforzo 1	447,37	894,74	15,98	55,91
13	-8,16	rinforzo 1	543,00	1086,00	16,68	55,73
14	-8,84	rinforzo 1	2344,02	4688,03	62,59	284,81
15	-9,52	rinforzo 1	830,21	1660,43	19,66	114,10
16	-10,20	rinforzo 1	550,04	1100,08	11,66	81,55
17	-10,88	rinforzo 1	374,49	748,98	7,17	58,16

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,94	5,56	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,63	6,29	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,32	7,01	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	83,71	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,94	14,22	15,17	10,00

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,63	14,95	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	93,50	0,32	15,68	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	274,56	0,02	16,40	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	133,70	0,96	24,88	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,65	25,60	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	63,88	0,34	26,33	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	257,80	0,03	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	205,74	1,31	29,19	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	59,28	1,00	29,92	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	206,26	0,69	30,65	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	353,22	0,37	31,37	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	577,76	0,06	32,10	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	170,78	341,57	50,54	112,38
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	456,70	913,41	45,25	144,65
8	-4,76	rinforzo 1	195,10	390,19	15,41	67,85
9	-5,44	rinforzo 1	490,82	981,64	31,64	3,38
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1568,79	3137,57	66,23	135,60
12	-7,48	rinforzo 1	459,48	918,97	16,41	57,43
13	-8,16	rinforzo 1	669,33	1338,66	20,56	68,70
14	-8,84	rinforzo 1	2672,59	5345,19	71,37	324,73
15	-9,52	rinforzo 1	866,34	1732,68	20,51	119,07
16	-10,20	rinforzo 1	565,05	1130,10	11,98	83,78
17	-10,88	rinforzo 1	382,60	765,20	7,32	59,42

#### Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

n°	z	Rinf	Sf	LI	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,68	5,82	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,45	6,46	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,23	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,68	14,48	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,46	15,13	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,23	15,77	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,69	25,15	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,47	25,79	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,24	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	0,00	0,94	29,56	30,50	10,00

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,72	30,20	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,49	30,84	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	0,00	0,27	31,48	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	39,23	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
17	-10,88	rinforzo 1	7043,21	14086,41	107,85	1093,93

#### Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,68	5,82	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,45	6,46	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,23	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,68	14,48	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,46	15,13	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,23	15,77	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,69	25,15	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,47	25,79	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,24	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	0,00	0,94	29,56	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,72	30,20	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,49	30,84	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	0,00	0,27	31,48	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	39,23	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
17	-10,88	rinforzo 1	7043,21	14086,41	107,85	1093,93

Combinazione n° 11 SLE (Rara)

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,68	5,82	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,45	6,46	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,23	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,68	14,48	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,46	15,13	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,23	15,77	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,69	25,15	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,47	25,79	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,24	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	0,00	0,94	29,56	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,72	30,20	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,49	30,84	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	0,00	0,27	31,48	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	39,23	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
17	-10,88	rinforzo 1	7043,21	14086,41	107,85	1093,93

Combinazione n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,70	5,80	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,47	6,45	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,24	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,70	14,46	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,47	15,11	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,24	15,76	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	42,62	0,71	25,12	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,48	25,77	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,25	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	25,20	0,97	29,53	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,74	30,18	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,51	30,82	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	80,99	0,28	31,47	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	233,57	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1923,53	3847,07	99,27	13,25
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	6840,37	13680,75	167,88	701,08
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	3080,35	6160,69	52,24	456,72
17	-10,88	rinforzo 1	1182,94	2365,88	18,11	183,73

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

n°	z	Rinf	Sf	LI	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,70	5,80	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,47	6,45	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,24	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,70	14,46	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,47	15,11	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,24	15,76	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	38,58	0,71	25,12	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,48	25,77	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,25	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	16,13	0,97	29,53	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,74	30,18	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,51	30,82	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	75,89	0,28	31,47	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	231,19	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	2124,63	4249,27	109,65	14,64
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	10690,48	21380,96	262,37	1095,68
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	3287,58	6575,16	55,75	487,45
17	-10,88	rinforzo 1	1195,07	2390,15	18,30	185,61

Combinazione n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

n°	z	Rinf	Sf	LI	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,70	5,80	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,47	6,45	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,24	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,70	14,46	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,47	15,11	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,24	15,76	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	42,62	0,71	25,12	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,48	25,77	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,25	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	25,20	0,97	29,53	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,74	30,18	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,51	30,82	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	80,99	0,28	31,47	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	233,57	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1923,53	3847,07	99,27	13,25
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	6840,37	13680,75	167,88	701,08
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	3080,35	6160,69	52,24	456,72
17	-10,88	rinforzo 1	1182,94	2365,88	18,11	183,73

### Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,70	5,80	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,47	6,45	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,24	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,70	14,46	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,47	15,11	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,24	15,76	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	38,58	0,71	25,12	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,48	25,77	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,25	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

13	-8,16	rinforzo 1	16,13	0,97	29,53	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,74	30,18	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,51	30,82	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	75,89	0,28	31,47	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	231,19	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	2124,63	4249,27	109,65	14,64
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	10690,48	21380,96	262,37	1095,68
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	3287,58	6575,16	55,75	487,45
17	-10,88	rinforzo 1	1195,07	2390,15	18,30	185,61

Combinazione n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,70	5,80	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,47	6,45	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,24	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,70	14,46	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,47	15,11	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,24	15,76	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	42,62	0,71	25,12	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,48	25,77	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,25	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	25,20	0,97	29,53	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,74	30,18	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,51	30,82	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	80,99	0,28	31,47	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	233,57	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1923,53	3847,07	99,27	13,25
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	6840,37	13680,75	167,88	701,08
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	3080,35	6160,69	52,24	456,72
17	-10,88	rinforzo 1	1182,94	2365,88	18,11	183,73

Combinazione n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,70	5,80	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,47	6,45	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,24	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,70	14,46	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,47	15,11	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,24	15,76	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	38,58	0,71	25,12	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,48	25,77	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,25	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	16,13	0,97	29,53	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,74	30,18	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,51	30,82	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	75,89	0,28	31,47	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	231,19	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	2124,63	4249,27	109,65	14,64

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	10690,48	21380,96	262,37	1095,68
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	3287,58	6575,16	55,75	487,45
17	-10,88	rinforzo 1	1195,07	2390,15	18,30	185,61

**COMUNE DI GENOVA**

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Verifiche composte

### Stabilità globale della terra armata

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla terra armata (spigolo contro terra)

*Str* Identificativo della striscia

*W* peso della striscia espresso in [kg]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

*c* coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

*b* larghezza della striscia espressa in [m]

*u* pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

*N* sforzo normale alla base della striscia espressa in [kg]

*T* sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in [kg]

### Combinazione n° 7 STAB - Sisma Vert. positivo

*Superficie di scorrimento n° 1 -  $F_s = 2.56$*

<b>Str</b>	<b>W</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>c</b>	<b>b</b>	<b>u</b>	<b>N</b>	<b>T</b>
1	451	-2,50	29,26	0,02	0,52	0	450	131
2	1342	0,11	29,26	0,02	0,52	0	1342	326
3	2208	2,72	29,26	0,02	0,52	0	2205	516
4	3046	5,35	29,26	0,02	0,52	0	3033	697
5	3374	7,99	29,26	0,02	0,52	0	3341	765
6	3283	10,66	29,26	0,02	0,53	0	3226	740
7	3166	13,89	29,26	0,02	0,53	0	3073	707
8	3021	16,67	29,26	0,02	0,54	0	2894	668
9	2847	19,46	29,26	0,02	0,55	0	2685	623
10	2674	22,32	29,26	0,02	0,56	0	2474	577
11	3080	25,27	29,26	0,02	0,57	0	2785	646
12	3686	28,31	29,26	0,02	0,59	0	3245	748
13	4133	31,46	29,26	0,02	0,61	0	3525	810
14	3880	34,73	29,26	0,02	0,63	0	3189	738
15	3484	38,14	29,26	0,02	0,66	0	2740	642
16	3035	41,68	29,26	0,02	0,69	0	2266	540
17	2524	45,37	29,26	0,02	0,74	0	1773	435
18	1939	49,21	29,26	0,02	0,79	0	1267	327
19	1260	54,13	29,26	0,02	0,88	0	738	217
20	452	58,55	29,26	0,02	0,99	0	236	114

### Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. negativo

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Superficie di scorrimento n° 1 -  $F_s = 2.53$ 

Str	W	$\alpha$	$\phi$	c	b	u	N	T
1	451	-2,50	29,26	0,02	0,52	0	450	133
2	1342	0,11	29,26	0,02	0,52	0	1342	330
3	2208	2,72	29,26	0,02	0,52	0	2205	522
4	3046	5,35	29,26	0,02	0,52	0	3033	705
5	3374	7,99	29,26	0,02	0,52	0	3341	774
6	3283	10,66	29,26	0,02	0,53	0	3226	749
7	3166	13,89	29,26	0,02	0,53	0	3073	715
8	3021	16,67	29,26	0,02	0,54	0	2894	676
9	2847	19,46	29,26	0,02	0,55	0	2685	630
10	2674	22,32	29,26	0,02	0,56	0	2474	584
11	3080	25,27	29,26	0,02	0,57	0	2785	654
12	3686	28,31	29,26	0,02	0,59	0	3245	757
13	4133	31,46	29,26	0,02	0,61	0	3525	820
14	3880	34,73	29,26	0,02	0,63	0	3189	747
15	3484	38,14	29,26	0,02	0,66	0	2740	649
16	3035	41,68	29,26	0,02	0,69	0	2266	546
17	2524	45,37	29,26	0,02	0,74	0	1773	440
18	1939	49,21	29,26	0,02	0,79	0	1267	331
19	1260	54,13	29,26	0,02	0,88	0	738	220
20	452	58,55	29,26	0,02	0,99	0	236	115

## ▪ SEZIONE 4

## Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

Descrizione Descrizione terreno

$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_{sat}$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
$\delta$	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
c	Coesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
ca	Adesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	c	ca
terra armata	2000,00	2000,00	35,00	23,33	0,020	0,000
sabbia limos-argill	1590,00	1990,00	29,00	19,33	0,000	0,000
ghiaia sabb-limos	1590,00	1990,00	30,00	20,00	0,000	0,000

## Stratigrafia terreno spingente

*Simbologia adottata*

$n^\circ$	Identificativo strato
Sp	Spessore dello strato, espresso in [m]
Inc	Inclinazione dello strato, espresso in [°]

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

<i>Terreno</i>	Terreno dello strato		
<b>N</b>	<b>Sp</b>	<b>Inc</b>	<b>Terreno</b>
1	9,00	0,00	sabbia limos-argill
2	2,50	0,00	ghiaia sabb-limos

#### Profilo terreno

##### *Simbologia adottata*

<i>n°</i>	Identificativo punto
<i>X</i>	Ascissa punto, espresso in [m]
<i>Y</i>	Ordinata punto, espresso in [m]

<b>n°</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	2,60	0,00
2	22,00	0,80

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

## Caratteristiche rinforzi

*Simbologia adottata**Rinforzo* Identificativo del rinforzo*LTDS* Resistenza di progetto di lungo termine, espresso in [kg/m]*FS<sub>DG</sub>* Fattore di sicurezza per danni di giunzione*FS<sub>DC</sub>* Fattore di sicurezza per danni chimici*FS<sub>DB</sub>* Fattore di sicurezza per danni biologici*FS<sub>DA</sub>* Fattore di sicurezza per danni ambientali*LTDS<sub>A</sub>* Resistenza di progetto di lungo termine ammissibile, espresso in [kg/m]

<b>Rinforzo</b>	<b>LTDS</b>	<b>FS<sub>DG</sub></b>	<b>FS<sub>DC</sub></b>	<b>FS<sub>DB</sub></b>	<b>FS<sub>DA</sub></b>	<b>LTDS<sub>A</sub></b>
rinforzo 1	5500,00 4230,77	1,00	1,00	1,00	1,30	

## Geometria Terra Armata

*Simbologia adottata*

Il sistema di riferimento è il punto in alto a destra della terra armata

*n°* Identificativo punto*X* Ascissa, espresso in [m]*Y* Ordinata, espresso in [m]

<b>n°</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	0,00	0,00
2	-6,50	0,00
3	-7,92	-2,32
4	-14,92	-2,32
5	-16,70	-5,22
6	-25,70	-5,22
7	-27,12	-7,54
8	-30,12	-7,54
9	-32,25	-11,02
10	0,00	-11,02
11	0,00	-5,51

## Struttura Terra Armata

*Simbologia adottata**Terreno* Terreno dello strato*Fds* Parametro di interazione rinforzo-terra utilizzato per la verifica interna a scorrimento diretto*Fpo* Parametro di interazione rinforzo-terra utilizzato per la verifica interna a sfilamento del rinforzo dal terreno**Terreno****Fds****Fpo**

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

terra armata 0,90 0,90

### Descrizione rinforzi della Terra armata

#### Simbologia adottata

*z* Quota del rinforzo

*Rinforzo* Identificativo del rinforzo

*L* Lunghezza del rinforzo, espresso in [m]

*Lrv* Lunghezza tratto di risvolto verticale (facciata del risvolto), espresso in [m]

*Lro* Lunghezza tratto di risvolto orizzontale (interno del risvolto), espresso in [m]

<b>z</b>	<b>Rinforzo</b>	<b>L</b>	<b>Lrv</b>	<b>Lro</b>
0,00	rinforzo 1	6,50	0,00	10,00
-0,68	rinforzo 1	6,92	0,68	10,00
-1,36	rinforzo 1	7,33	0,68	10,00
-2,04	rinforzo 1	7,75	0,68	10,00
-2,72	rinforzo 1	15,17	0,40	10,00
-3,40	rinforzo 1	15,58	0,68	10,00
-4,08	rinforzo 1	16,00	0,68	10,00
-4,76	rinforzo 1	16,42	0,68	10,00
-5,44	rinforzo 1	25,83	0,22	10,00
-6,12	rinforzo 1	26,25	0,68	10,00
-6,80	rinforzo 1	26,67	0,68	10,00
-7,48	rinforzo 1	27,08	0,68	10,00
-8,16	rinforzo 1	30,50	0,62	10,00
-8,84	rinforzo 1	30,92	0,68	10,00
-9,52	rinforzo 1	31,33	0,68	10,00
-10,20	rinforzo 1	31,75	0,68	10,00
-10,88	rinforzo 1	32,16	0,68	10,00

### Dati parametri sisma

#### Analisi SLU

Accelerazione al suolo ( $a_g$ )	0.67 [m/s <sup>2</sup> ]	
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale ( $F_0$ )		2.54
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante ( $T_{c^*}$ )	0.29	
Tipo di sottosuolo	E	
Coefficiente stratigrafico ( $S_s$ )	1.60	
Coefficiente di riduzione ( $\beta_m$ )	0.18	

#### Analisi SLE

Accelerazione al suolo ( $a_g$ )	0.29 [m/s <sup>2</sup> ]	
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale ( $F_0$ )		2.54
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante ( $T_{c^*}$ )	0.21	
Coefficiente stratigrafico ( $S_s$ )	1.60	
Coefficiente di riduzione ( $\beta_m$ )	0.18	

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Categoria topografica T2  
Coefficiente amplificazione topografica  $S_T$  1.20  
Intensità sismica Verticale/Orizzontale 0.50  
Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statica

#### Opzioni di calcolo

Le verifiche di capacità portante sono state eseguite con il metodo di MEYERHOF.  
Le verifiche di stabilità globale e di compound sono state eseguite con il metodo di FELLENIUS.

---

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

## Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione
$C$	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	$C$	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	$C$	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	$C$	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	$C$	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 EQU - Sisma Vert. positivo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	$C$	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	$C$	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 STAB - Sisma Vert. positivo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	$C$	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. negativo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	$C$	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 SLE (Rara)

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

## Verifiche - Coefficienti di sicurezza

**Verifiche esterne***Simbologia adottata**FS<sub>Rib</sub>* Fattore di sicurezza a ribaltamento*FS<sub>Scor</sub>* Fattore di sicurezza a scorrimento*FS<sub>Qlim</sub>* Fattore di sicurezza a carico limite*FS<sub>Stab</sub>* Fattore di sicurezza a stabilità globale

	<b>FS<sub>Rib</sub></b>	<b>FS<sub>Scor</sub></b>	<b>FS<sub>Qlim</sub></b>	<b>FS<sub>Stab</sub></b>
Comb. n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo	--	4,29	14,84	--
Comb. n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo	--	4,26	15,15	--
Comb. n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo	--	2,91	5,23	--
Comb. n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo	--	2,89	5,34	--
Comb. n° 5 EQU - Sisma Vert. positivo	52,51	--	--	--
Comb. n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo	32,98	--	--	--
Comb. n° 7 STAB - Sisma Vert. positivo	--	--	--	3,78
Comb. n° 8 STAB - Sisma Vert. negativo	--	--	--	3,79
Comb. n° 9 SLE (Quasi Permanente)	--	6,14	16,70	--
Comb. n° 10 SLE (Frequente)	--	6,14	16,70	--
Comb. n° 11 SLE (Rara)	--	6,14	16,70	--
Comb. n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo	--	5,16	15,86	--
Comb. n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo	--	5,15	16,02	--
Comb. n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo	--	5,16	15,86	--
Comb. n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo	--	5,15	16,02	--
Comb. n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo	--	5,16	15,86	--
Comb. n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo	--	5,15	16,02	--

**Verifiche interne***Simbologia adottata**FS<sub>Scor</sub>* Fattore di sicurezza a scorrimento*FS<sub>Sfil</sub>* Fattore di sicurezza a sfilamento*FS<sub>Traz</sub>* Fattore di sicurezza a trazione*FS<sub>ScorR</sub>* Fattore di sicurezza a scorrimento del risvolto

	<b>FS<sub>Scor</sub></b>	<b>FS<sub>Sfil</sub></b>	<b>FS<sub>Traz</sub></b>	
Comb. n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo	1000,00	1000,00	16,86	7,82
Comb. n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo	1000,00	1000,00	17,25	9,03
Comb. n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo	164,89	329,78	7,17	2,92
Comb. n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo	170,78	341,57	7,32	3,38

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Comb. n° 9 SLE (Quasi Permanente)	1000,00	1000,00	107,85
	1000,00		
Comb. n° 10 SLE (Frequente)	1000,00	1000,00	107,85
	1000,00		
Comb. n° 11 SLE (Rara)	1000,00	1000,00	107,85
	1000,00		
Comb. n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo	1000,00	1000,00	18,1113,25
Comb. n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo	1000,00	1000,00	18,3014,64
Comb. n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo	1000,00	1000,00	18,1113,25
Comb. n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo	1000,00	1000,00	18,3014,64
Comb. n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo	1000,00	1000,00	18,1113,25
Comb. n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo	1000,00	1000,00	18,3014,64

### **Verifiche composte**

#### *Simbologia adottata*

$FS_{Comp}$  Coefficiente di sicurezza a stabilità locale (compound)

	<b><math>FS_{Comp}</math></b>
Comb. n° 7 STAB - Sisma Vert. positivo	2,56
Comb. n° 8 STAB - Sisma Vert. negativo	2,53

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Verifiche esterne

**Risultati spinta**Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]

Incremento sismico della spinta	1853,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	1746,35	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	620,16	[kg]

Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]

Incremento sismico della spinta	1151,43	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	1085,04	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	385,32	[kg]

Combinazione n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	36542,05	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	35150,91	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,74	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	15,86	[°]

Incremento sismico della spinta	2127,07	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	2046,10	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	581,32	[kg]

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Spinta statica	36542,05	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	35150,91	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,74	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	15,86	[°]

Incremento sismico della spinta	1267,78	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	1219,51	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	346,48	[kg]

#### Combinazione n° 5 EQU - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	36542,05	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	35150,91	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,74	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	15,86	[°]

Incremento sismico della spinta	2127,07	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	2046,10	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	581,32	[kg]

#### Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

Spinta statica	36542,05	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	35150,91	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,74	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	15,86	[°]

Incremento sismico della spinta	1267,78	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	1219,51	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	346,48	[kg]

#### Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]

Combinazione n° 11 SLE (Rara)

Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]

Combinazione n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]

Incremento sismico della spinta	802,36	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	756,10	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	268,50	[kg]

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]

Incremento sismico della spinta	494,28	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	465,78	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	165,41	[kg]

Combinazione n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]
Incremento sismico della spinta	802,36	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	756,10	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	268,50	[kg]
<u>Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo</u>		
Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]
Incremento sismico della spinta	494,28	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	465,78	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	165,41	[kg]
<u>Combinazione n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo</u>		
Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]
Incremento sismico della spinta	802,36	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	756,10	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	268,50	[kg]
<u>Combinazione n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo</u>		
Spinta statica	29842,20	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,33 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	28121,64	[kg]
Componente verticale della spinta statica	9986,51	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,55	[°]
Incremento sismico della spinta	494,28	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,35 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	465,78	[kg]

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Componente verticale dell'incremento sismico

165,41

[kg]

**Risultanti**Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	40812,49	[kg]
Risultanti in direzione Y	480821,32	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	480821,32	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	40812,49	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,489	[m]
Risultante in fondazione	482550,31	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,85	[°]
Carico ultimo della fondazione	7133639,33	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,523	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,459	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 26.98$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.47$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.01$

Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

Risultanti in direzione X	40151,19	[kg]
Risultanti in direzione Y	469641,97	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	469641,97	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	40151,19	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,487	[m]
Risultante in fondazione	471355,18	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,89	[°]
Carico ultimo della fondazione	7115141,40	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,511	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,401	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 26.96$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.46$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 10.98$

Combinazione n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	48141,51	[kg]
Risultanti in direzione Y	480782,71	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	480782,71	[kg]

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	48141,51	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,433	[m]
Risultante in fondazione	483186,94	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	5,72	[°]
Carico ultimo della fondazione	2516345,89	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,539	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,443	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 20.42$	$N'_c = 17.91$
$N_q = 10.43$	$N'_q = 9.15$
$N_\gamma = 6.53$	$N'_\gamma = 3.87$

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

Risultanti in direzione X	47314,93	[kg]
Risultanti in direzione Y	469603,37	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	469603,37	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	47314,93	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,430	[m]
Risultante in fondazione	471980,96	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	5,75	[°]
Carico ultimo della fondazione	2507472,47	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,527	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,385	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 20.42$	$N'_c = 17.89$
$N_q = 10.43$	$N'_q = 9.14$
$N_\gamma = 6.53$	$N'_\gamma = 3.85$

Combinazione n° 5 EQU - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	48141,51	[kg]
Risultanti in direzione Y	480782,71	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	182560,57	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	9585526,18	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	480782,71	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	48141,51	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,433	[m]
Risultante in fondazione	483186,94	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	5,72	[°]

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

Risultanti in direzione X	47314,93	[kg]
Risultanti in direzione Y	469603,37	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	287112,06	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	9470364,75	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	469603,37	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	47314,93	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,430	[m]
Risultante in fondazione	471980,96	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	5,75	[°]

Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

Risultanti in direzione X	28121,64	[kg]
Risultanti in direzione Y	474728,91	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	474728,91	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	28121,64	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,582	[m]
Risultante in fondazione	475561,10	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	3,39	[°]
Carico ultimo della fondazione	7928598,60	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,491	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,453	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.91$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 17.04$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 12.33$

Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

Risultanti in direzione X	28121,64	[kg]
Risultanti in direzione Y	474728,91	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	474728,91	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	28121,64	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,582	[m]
Risultante in fondazione	475561,10	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	3,39	[°]
Carico ultimo della fondazione	7928598,60	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,491	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,453	[kg/cmq]

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.91$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 17.04$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 12.33$

Combinazione n° 11 SLE (Rara)

Risultanti in direzione X	28121,64	[kg]
Risultanti in direzione Y	474728,91	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	474728,91	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	28121,64	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,582	[m]
Risultante in fondazione	475561,10	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	3,39	[°]
Carico ultimo della fondazione	7928598,60	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,491	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,453	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.91$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 17.04$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 12.33$

Combinazione n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	33676,88	[kg]
Risultanti in direzione Y	477396,98	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	477396,98	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	33676,88	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,541	[m]
Risultante in fondazione	478583,34	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,04	[°]
Carico ultimo della fondazione	7573415,10	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,505	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,455	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.50$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.79$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.74$

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Risultanti in direzione X	33386,56	[kg]
Risultanti in direzione Y	472494,75	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	472494,75	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	33386,56	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,541	[m]
Risultante in fondazione	473672,83	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,04	[°]
Carico ultimo della fondazione	7569770,23	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,500	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,430	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.49$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.79$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.73$

Combinazione n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	33676,88	[kg]
Risultanti in direzione Y	477396,98	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	477396,98	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	33676,88	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,541	[m]
Risultante in fondazione	478583,34	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,04	[°]
Carico ultimo della fondazione	7573415,10	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,505	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,455	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.50$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.79$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.74$

Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

Risultanti in direzione X	33386,56	[kg]
Risultanti in direzione Y	472494,75	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	472494,75	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	33386,56	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,541	[m]
Risultante in fondazione	473672,83	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,04	[°]

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Carico ultimo della fondazione	7569770,23	[kg]
<u>Tensioni sul terreno</u>		
Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,500	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,430	[kg/cmq]
<u>Fattori per il calcolo della capacità portante</u>		
$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.49$	
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.79$	
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.73$	
<u>Combinazione n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo</u>		
Risultanti in direzione X	33676,88	[kg]
Risultanti in direzione Y	477396,98	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	477396,98	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	33676,88	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,541	[m]
Risultante in fondazione	478583,34	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,04	[°]
Carico ultimo della fondazione	7573415,10	[kg]
<u>Tensioni sul terreno</u>		
Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,505	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,455	[kg/cmq]
<u>Fattori per il calcolo della capacità portante</u>		
$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.50$	
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.79$	
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.74$	
<u>Combinazione n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo</u>		
Risultanti in direzione X	33386,56	[kg]
Risultanti in direzione Y	472494,75	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	472494,75	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	33386,56	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,541	[m]
Risultante in fondazione	473672,83	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,04	[°]
Carico ultimo della fondazione	7569770,23	[kg]
<u>Tensioni sul terreno</u>		
Lunghezza fondazione reagente	32,25	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,500	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,430	[kg/cmq]

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Fattori per il calcolo della capacità portante

$$N_c = 30.14$$

$$N'_c = 27.49$$

$$N_q = 18.40$$

$$N'_q = 16.79$$

$$N_\gamma = 15.67$$

$$N'_\gamma = 11.73$$

**Stabilità globale terra armata + terreno***Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla terra armata (spigolo contro terra)

*Str* Identificativo della striscia*W* peso della striscia espresso in [kg] $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia*c* coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]*l* lunghezza della base della striscia espressa in [m]*u* pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]*N* sforzo normale alla base della striscia espressa in [kg]*T* sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in [kg]Combinazione n° 7 STAB - Sisma Vert. positivo*Superficie di scorrimento n° 91 -  $F_s = 3.78$* 

<b>Str</b>	<b>W</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>c</b>	<b>l</b>	<b>u</b>	<b>N</b>	<b>T</b>
1	16964	-50,42	24,79	0,00	4,02	0	4162	508
2	35599	-43,17	24,79	0,00	3,52	0	12949	1581
3	52919	-36,57	24,79	0,00	3,19	0	21268	2596
4	63100	-30,55	24,79	0,00	2,98	0	28727	3507
5	68486	-24,43	24,79	0,00	2,82	0	35276	4306
6	72646	-18,29	24,79	0,00	2,70	0	40737	4973
7	84430	-13,21	24,79	0,00	2,63	0	44732	5461
8	92555	-8,36	24,79	0,00	2,59	0	47434	5790
9	93546	-3,63	24,79	0,00	2,57	0	48836	5962
10	96392	2,68	24,79	0,00	2,57	0	48929	5973
11	104619	7,85	24,79	0,00	2,59	0	47680	5821
12	102791	12,68	24,79	0,00	2,63	0	45155	5512
13	95020	17,71	24,79	0,00	2,69	0	59369	7247
14	84348	23,05	24,79	0,00	2,79	0	77615	9475
15	79484	29,80	24,79	0,00	2,95	0	68976	8420
16	73264	35,74	24,79	0,00	3,16	0	59470	7260
17	65254	42,20	24,79	0,00	3,46	0	48339	5901
18	54867	49,49	24,79	0,00	3,95	0	35642	4351
19	40724	59,31	24,79	0,00	5,02	0	20786	2537
20	18340	71,92	23,91	0,00	8,26	0	5690	667

Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. negativo*Superficie di scorrimento n° 91 -  $F_s = 3.79$* 

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Str	W	$\alpha$	$\phi$	c	l	u	N	T
1	16964	-50,42	24,79	0,00	4,02	0	4162	507
2	35599	-43,17	24,79	0,00	3,52	0	12949	1576
3	52919	-36,57	24,79	0,00	3,19	0	21268	2589
4	63100	-30,55	24,79	0,00	2,98	0	28727	3497
5	68486	-24,43	24,79	0,00	2,82	0	35276	4294
6	72646	-18,29	24,79	0,00	2,70	0	40737	4959
7	84430	-13,21	24,79	0,00	2,63	0	44732	5445
8	92555	-8,36	24,79	0,00	2,59	0	47434	5774
9	93546	-3,63	24,79	0,00	2,57	0	48836	5945
10	96392	2,68	24,79	0,00	2,57	0	48929	5956
11	104619	7,85	24,79	0,00	2,59	0	47680	5804
12	102791	12,68	24,79	0,00	2,63	0	45155	5497
13	95020	17,71	24,79	0,00	2,69	0	59369	7227
14	84348	23,05	24,79	0,00	2,79	0	77615	9448
15	79484	29,80	24,79	0,00	2,95	0	68976	8396
16	73264	35,74	24,79	0,00	3,16	0	59470	7239
17	65254	42,20	24,79	0,00	3,46	0	48339	5884
18	54867	49,49	24,79	0,00	3,95	0	35642	4339
19	40724	59,31	24,79	0,00	5,02	0	20786	2530
20	18340	71,92	23,91	0,00	8,26	0	5690	665

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Verifiche interne

**Risultati rinforzi***Simbologia adottata*

<i>n°</i>	Identificativo rinforzo
<i>z</i>	Quota del rinforzo, espresso in [m]
<i>Rinf</i>	Tipo di rinforzo utilizzato
<i>Sf</i>	Sforzo nel rinforzo espressa in [kg/m]
<i>Ll</i>	Lunghezza libera del rinforzo espressa in [m]
<i>Lf</i>	Lunghezza fondazione del rinforzo espressa in [m]
<i>Lt</i>	Lunghezza totale del rinforzo espressa in [m]
<i>Lrisv</i>	Lunghezza del risvolto del rinforzo espressa in [m]

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

<b>n°</b>	<b>z</b>	<b>Rinf</b>	<b>Sf</b>	<b>Ll</b>	<b>Lf</b>	<b>Lt</b>	<b>Lrisv</b>
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,72	5,78	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,48	6,43	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,25	7,09	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,73	14,44	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,49	15,09	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,25	15,75	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	72,17	0,74	25,10	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,50	25,75	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,26	26,41	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	91,69	1,00	29,50	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,76	30,15	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,53	30,81	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	118,39	0,29	31,46	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	250,94	0,05	32,12	32,16	10,00

<b>n°</b>	<b>z</b>	<b>Rinf</b>	<b>Fs scor</b>	<b>Fs sfil</b>	<b>Fs traz</b>	<b>Fs risv</b>
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1136,20	2272,39	58,63	7,82
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1879,91	3759,82	46,14	192,70
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	2107,30	4214,61	35,74	312,45
17	-10,88	rinforzo 1	1101,05	2202,09	16,86	171,01

Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,72	5,78	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,48	6,43	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,25	7,09	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,73	14,44	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,49	15,09	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,25	15,75	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	62,52	0,74	25,10	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,50	25,75	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,26	26,41	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	69,97	1,01	29,49	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,77	30,15	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,53	30,80	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	106,17	0,29	31,46	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	245,27	0,05	32,11	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1311,59	2623,17	67,68	9,03
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	2463,21	4926,42	60,46	252,50
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	2349,72	4699,44	39,85	348,39
17	-10,88	rinforzo 1	1126,52	2253,04	17,25	174,97

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Combinazione n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,94	5,56	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,63	6,29	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,32	7,01	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	86,70	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,94	14,22	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,63	14,95	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	105,47	0,32	15,68	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	278,88	0,02	16,40	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	154,97	0,95	24,88	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,65	25,61	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	75,84	0,34	26,33	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	264,78	0,03	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	253,61	1,31	29,19	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	67,59	1,00	29,92	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	215,23	0,69	30,65	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	362,86	0,37	31,37	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	590,27	0,06	32,10	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	164,89	329,78	48,80	108,51
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	404,89	809,77	40,11	128,23
8	-4,76	rinforzo 1	192,07	384,15	15,17	66,80
9	-5,44	rinforzo 1	423,45	846,89	27,30	2,92
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1321,26	2642,51	55,78	114,20
12	-7,48	rinforzo 1	447,37	894,74	15,98	55,91
13	-8,16	rinforzo 1	543,00	1086,00	16,68	55,73
14	-8,84	rinforzo 1	2344,02	4688,03	62,59	284,81
15	-9,52	rinforzo 1	830,21	1660,43	19,66	114,10
16	-10,20	rinforzo 1	550,04	1100,08	11,66	81,55
17	-10,88	rinforzo 1	374,49	748,98	7,17	58,16

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,94	5,56	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,63	6,29	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,32	7,01	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	83,71	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,94	14,22	15,17	10,00

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,63	14,95	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	93,50	0,32	15,68	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	274,56	0,02	16,40	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	133,70	0,96	24,88	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,65	25,60	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	63,88	0,34	26,33	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	257,80	0,03	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	205,74	1,31	29,19	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	59,28	1,00	29,92	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	206,26	0,69	30,65	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	353,22	0,37	31,37	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	577,76	0,06	32,10	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	170,78	341,57	50,54	112,38
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	456,70	913,41	45,25	144,65
8	-4,76	rinforzo 1	195,10	390,19	15,41	67,85
9	-5,44	rinforzo 1	490,82	981,64	31,64	3,38
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1568,79	3137,57	66,23	135,60
12	-7,48	rinforzo 1	459,48	918,97	16,41	57,43
13	-8,16	rinforzo 1	669,33	1338,66	20,56	68,70
14	-8,84	rinforzo 1	2672,59	5345,19	71,37	324,73
15	-9,52	rinforzo 1	866,34	1732,68	20,51	119,07
16	-10,20	rinforzo 1	565,05	1130,10	11,98	83,78
17	-10,88	rinforzo 1	382,60	765,20	7,32	59,42

#### Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

n°	z	Rinf	Sf	LI	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,68	5,82	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,45	6,46	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,23	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,68	14,48	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,46	15,13	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,23	15,77	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,69	25,15	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,47	25,79	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,24	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	0,00	0,94	29,56	30,50	10,00

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,72	30,20	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,49	30,84	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	0,00	0,27	31,48	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	39,23	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
17	-10,88	rinforzo 1	7043,21	14086,41	107,85	1093,93

#### Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

n°	z	Rinf	Sf	LI	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,68	5,82	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,45	6,46	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,23	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,68	14,48	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,46	15,13	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,23	15,77	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,69	25,15	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,47	25,79	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,24	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	0,00	0,94	29,56	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,72	30,20	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,49	30,84	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	0,00	0,27	31,48	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	39,23	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
17	-10,88	rinforzo 1	7043,21	14086,41	107,85	1093,93

Combinazione n° 11 SLE (Rara)

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,68	5,82	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,45	6,46	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,23	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,68	14,48	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,46	15,13	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,23	15,77	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,69	25,15	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,47	25,79	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,24	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	0,00	0,94	29,56	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,72	30,20	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,49	30,84	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	0,00	0,27	31,48	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	39,23	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
17	-10,88	rinforzo 1	7043,21	14086,41	107,85	1093,93

Combinazione n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,70	5,80	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,47	6,45	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,24	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,70	14,46	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,47	15,11	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,24	15,76	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	42,62	0,71	25,12	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,48	25,77	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,25	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	25,20	0,97	29,53	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,74	30,18	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,51	30,82	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	80,99	0,28	31,47	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	233,57	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1923,53	3847,07	99,27	13,25
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	6840,37	13680,75	167,88	701,08
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	3080,35	6160,69	52,24	456,72
17	-10,88	rinforzo 1	1182,94	2365,88	18,11	183,73

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

n°	z	Rinf	Sf	LI	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,70	5,80	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,47	6,45	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,24	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,70	14,46	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,47	15,11	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,24	15,76	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	38,58	0,71	25,12	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,48	25,77	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,25	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	16,13	0,97	29,53	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,74	30,18	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,51	30,82	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	75,89	0,28	31,47	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	231,19	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	2124,63	4249,27	109,65	14,64
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	10690,48	21380,96	262,37	1095,68
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	3287,58	6575,16	55,75	487,45
17	-10,88	rinforzo 1	1195,07	2390,15	18,30	185,61

Combinazione n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

n°	z	Rinf	Sf	LI	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,70	5,80	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,47	6,45	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,24	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,70	14,46	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,47	15,11	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,24	15,76	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	42,62	0,71	25,12	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,48	25,77	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,25	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	25,20	0,97	29,53	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,74	30,18	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,51	30,82	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	80,99	0,28	31,47	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	233,57	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1923,53	3847,07	99,27	13,25
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	6840,37	13680,75	167,88	701,08
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	3080,35	6160,69	52,24	456,72
17	-10,88	rinforzo 1	1182,94	2365,88	18,11	183,73

### Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,70	5,80	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,47	6,45	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,24	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,70	14,46	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,47	15,11	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,24	15,76	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	38,58	0,71	25,12	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,48	25,77	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,25	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

13	-8,16	rinforzo 1	16,13	0,97	29,53	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,74	30,18	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,51	30,82	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	75,89	0,28	31,47	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	231,19	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	2124,63	4249,27	109,65	14,64
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	10690,48	21380,96	262,37	1095,68
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	3287,58	6575,16	55,75	487,45
17	-10,88	rinforzo 1	1195,07	2390,15	18,30	185,61

Combinazione n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,70	5,80	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,47	6,45	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,24	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,70	14,46	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,47	15,11	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,24	15,76	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	42,62	0,71	25,12	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,48	25,77	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,25	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	25,20	0,97	29,53	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,74	30,18	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,51	30,82	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	80,99	0,28	31,47	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	233,57	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1923,53	3847,07	99,27	13,25
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	6840,37	13680,75	167,88	701,08
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	3080,35	6160,69	52,24	456,72
17	-10,88	rinforzo 1	1182,94	2365,88	18,11	183,73

Combinazione n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,70	5,80	6,50	10,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,47	6,45	6,92	10,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,24	7,10	7,33	10,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,01	7,74	7,75	10,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,70	14,46	15,17	10,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,47	15,11	15,58	10,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,24	15,76	16,00	10,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,01	16,41	16,42	10,00
9	-5,44	rinforzo 1	38,58	0,71	25,12	25,83	10,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,48	25,77	26,25	10,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,25	26,42	26,67	10,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,02	27,06	27,08	10,00
13	-8,16	rinforzo 1	16,13	0,97	29,53	30,50	10,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	0,74	30,18	30,92	10,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,51	30,82	31,33	10,00
16	-10,20	rinforzo 1	75,89	0,28	31,47	31,75	10,00
17	-10,88	rinforzo 1	231,19	0,05	32,12	32,16	10,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	2124,63	4249,27	109,65	14,64

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	10690,48	21380,96	262,37	1095,68
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	3287,58	6575,16	55,75	487,45
17	-10,88	rinforzo 1	1195,07	2390,15	18,30	185,61

---

**COMUNE DI GENOVA**

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Verifiche composte

### Stabilità globale della terra armata

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla terra armata (spigolo contro terra)

*Str* Identificativo della striscia

*W* peso della striscia espresso in [kg]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

*c* coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

*b* larghezza della striscia espressa in [m]

*u* pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

*N* sforzo normale alla base della striscia espressa in [kg]

*T* sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in [kg]

### Combinazione n° 7 STAB - Sisma Vert. positivo

*Superficie di scorrimento n° 1 -  $F_s = 2.56$*

<b>Str</b>	<b>W</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><math>\phi</math></b>	<b>c</b>	<b>b</b>	<b>u</b>	<b>N</b>	<b>T</b>
1	451	-2,50	29,26	0,02	0,52	0	450	131
2	1342	0,11	29,26	0,02	0,52	0	1342	326
3	2208	2,72	29,26	0,02	0,52	0	2205	516
4	3046	5,35	29,26	0,02	0,52	0	3033	697
5	3374	7,99	29,26	0,02	0,52	0	3341	765
6	3283	10,66	29,26	0,02	0,53	0	3226	740
7	3166	13,89	29,26	0,02	0,53	0	3073	707
8	3021	16,67	29,26	0,02	0,54	0	2894	668
9	2847	19,46	29,26	0,02	0,55	0	2685	623
10	2674	22,32	29,26	0,02	0,56	0	2474	577
11	3080	25,27	29,26	0,02	0,57	0	2785	646
12	3686	28,31	29,26	0,02	0,59	0	3245	748
13	4133	31,46	29,26	0,02	0,61	0	3525	810
14	3880	34,73	29,26	0,02	0,63	0	3189	738
15	3484	38,14	29,26	0,02	0,66	0	2740	642
16	3035	41,68	29,26	0,02	0,69	0	2266	540
17	2524	45,37	29,26	0,02	0,74	0	1773	435
18	1939	49,21	29,26	0,02	0,79	0	1267	327
19	1260	54,13	29,26	0,02	0,88	0	738	217
20	452	58,55	29,26	0,02	0,99	0	236	114

### Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. negativo

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Superficie di scorrimento n° 1 -  $F_s = 2.53$ 

Str	W	$\alpha$	$\phi$	c	b	u	N	T
1	451	-2,50	29,26	0,02	0,52	0	450	133
2	1342	0,11	29,26	0,02	0,52	0	1342	330
3	2208	2,72	29,26	0,02	0,52	0	2205	522
4	3046	5,35	29,26	0,02	0,52	0	3033	705
5	3374	7,99	29,26	0,02	0,52	0	3341	774
6	3283	10,66	29,26	0,02	0,53	0	3226	749
7	3166	13,89	29,26	0,02	0,53	0	3073	715
8	3021	16,67	29,26	0,02	0,54	0	2894	676
9	2847	19,46	29,26	0,02	0,55	0	2685	630
10	2674	22,32	29,26	0,02	0,56	0	2474	584
11	3080	25,27	29,26	0,02	0,57	0	2785	654
12	3686	28,31	29,26	0,02	0,59	0	3245	757
13	4133	31,46	29,26	0,02	0,61	0	3525	820
14	3880	34,73	29,26	0,02	0,63	0	3189	747
15	3484	38,14	29,26	0,02	0,66	0	2740	649
16	3035	41,68	29,26	0,02	0,69	0	2266	546
17	2524	45,37	29,26	0,02	0,74	0	1773	440
18	1939	49,21	29,26	0,02	0,79	0	1267	331
19	1260	54,13	29,26	0,02	0,88	0	738	220
20	452	58,55	29,26	0,02	0,99	0	236	115

## ▪ SEZIONE 6

Descrizione terreni

*Simbologia adottata**Descrizione* Descrizione terreno $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc] $\gamma_{sat}$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc] $\phi$  Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi $\delta$  Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi

c Coesione del terreno espressa in [kg/cmq]

ca Adesione del terreno espressa in [kg/cmq]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	c	ca
terra armata	2000,00	2000,00	35,00	23,33	0,020	0,000
sabbia limos-argill	1590,00	1990,00	29,00	19,33	0,000	0,000
ghiaia sabb-limos	1590,00	1990,00	30,00	20,00	0,000	0,000

Stratigrafia terreno spingente

*Simbologia adottata* $n^\circ$  Identificativo strato

Sp Spessore dello strato, espresso in [m]

Inc Inclinazione dello strato, espresso in [°]

Terreno Terreno dello strato

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

<b>N</b>	<b>Sp</b>	<b>Inc</b>	<b>Terreno</b>
1	9,00	15,00	sabbia limos-argill
2	3,00	0,00	ghiaia sabb-limos

#### Profilo terreno

##### *Simbologia adottata*

<i>n°</i>	Identificativo punto
<i>X</i>	Ascissa punto, espresso in [m]
<i>Y</i>	Ordinata punto, espresso in [m]

<b>n°</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	2,80	0,00
2	31,00	0,60

#### Caratteristiche rinforzi

##### *Simbologia adottata*

*Rinforzo* Identificativo del rinforzo

*LTDS* Resistenza di progetto di lungo termine, espresso in [kg/m]

*FS<sub>DG</sub>* Fattore di sicurezza per danni di giunzione

*FS<sub>DC</sub>* Fattore di sicurezza per danni chimici

*FS<sub>DB</sub>* Fattore di sicurezza per danni biologici

*FS<sub>DA</sub>* Fattore di sicurezza per danni ambientali

*LTDS<sub>A</sub>* Resistenza di progetto di lungo termine ammissibile, espresso in [kg/m]

<b>Rinforzo</b>	<b>LTDS</b>	<b>FS<sub>DG</sub></b>	<b>FS<sub>DC</sub></b>	<b>FS<sub>DB</sub></b>	<b>FS<sub>DA</sub></b>	<b>LTDS<sub>A</sub></b>
rinforzo 1	5500,00 4230,77	1,00	1,00	1,00	1,30	

#### Geometria Terra Armata

##### *Simbologia adottata*

Il sistema di riferimento è il punto in alto a destra della terra armata

<i>n°</i>	Identificativo punto
<i>X</i>	Ascissa, espresso in [m]
<i>Y</i>	Ordinata, espresso in [m]

<b>n°</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	0,00	0,00
2	-7,00	0,00
3	-8,07	-1,74
4	-14,07	-1,74
5	-15,83	-4,63
6	-22,13	-4,63
7	-23,56	-6,95
8	-27,06	-6,95
9	-28,50	-7,91
10	-31,18	-7,91
11	-32,60	-11,59
12	0,00	-11,59

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

## Struttura Terra Armata

*Simbologia adottata**Terreno* Terreno dello strato*Fds* Parametro di interazione rinforzo-terra utilizzato per la verifica interna a scorrimento diretto*Fpo* Parametro di interazione rinforzo-terra utilizzato per la verifica interna a sfilamento del rinforzo dal terreno

<b>Terreno</b>	<b>Fds</b>	<b>Fpo</b>
terra armata	0,90	0,90

## Descrizione rinforzi della Terra armata

*Simbologia adottata**z* Quota del rinforzo*Rinforzo* Identificativo del rinforzo*L* Lunghezza del rinforzo, espresso in [m]*Lrv* Lunghezza tratto di risvolto verticale (facciata del risvolto), espresso in [m]*Lro* Lunghezza tratto di risvolto orizzontale (interno del risvolto), espresso in [m]

<b>z</b>	<b>Rinforzo</b>	<b>L</b>	<b>Lrv</b>	<b>Lro</b>
0,00	rinforzo 1	7,00	0,00	7,00
-0,68	rinforzo 1	7,42	0,68	7,00
-1,36	rinforzo 1	7,83	0,68	7,00
-2,04	rinforzo 1	14,25	0,30	7,00
-2,72	rinforzo 1	14,66	0,68	7,00
-3,40	rinforzo 1	15,08	0,68	7,00
-4,08	rinforzo 1	15,49	0,68	7,00
-4,76	rinforzo 1	22,21	0,13	7,00
-5,44	rinforzo 1	22,63	0,68	7,00
-6,12	rinforzo 1	23,05	0,68	7,00
-6,80	rinforzo 1	23,47	0,68	7,00
-7,48	rinforzo 1	27,86	0,53	7,00
-8,16	rinforzo 1	31,28	0,25	7,00
-8,84	rinforzo 1	31,54	0,68	7,00
-9,52	rinforzo 1	31,80	0,68	7,00
-10,20	rinforzo 1	32,07	0,68	7,00
-10,88	rinforzo 1	32,33	0,68	7,00
-11,56	rinforzo 1	32,59	0,68	7,00

## Dati parametri sisma

**Analisi SLU**Accelerazione al suolo ( $a_g$ ) 0.67 [m/s<sup>2</sup>]Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale ( $F_0$ ) 2.54Periodo inizio tratto spettro a velocità costante ( $T_c^*$ )0.29

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Tipo di sottosuolo	E
Coefficiente stratigrafico (S <sub>s</sub> )	1.60
Coefficiente di riduzione (β <sub>m</sub> )	0.18

**Analisi SLE**

Accelerazione al suolo (a <sub>g</sub> )	0.29 [m/s <sup>2</sup> ]	
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale (F <sub>0</sub> )		2.54
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante (T <sub>c</sub> <sup>*</sup> )	0.21	
Coefficiente stratigrafico (S <sub>s</sub> )	1.60	
Coefficiente di riduzione (β <sub>m</sub> )	0.18	

Categoria topografica	T2
Coefficiente amplificazione topografica S <sub>T</sub>	1.20
Intensità sismica Verticale/Orizzontale	0.50
Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statica

## Opzioni di calcolo

Le verifiche di capacità portante sono state eseguite con il metodo di MEYERHOF.

Le verifiche di stabilità globale e di compound sono state eseguite con il metodo di FELLENIUS.

## Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

Condizione	γ	Ψ	C	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

Condizione	γ	Ψ	C	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

Condizione	γ	Ψ	C	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

Condizione	γ	Ψ	C	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 EQU - Sisma Vert. positivo

## COMUNE DI GENOVA

---

 Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Favorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 STAB - Sisma Vert. positivo

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. negativo

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 SLE (Rara)

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

<b>Condizione</b>	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>	<b>Effetto</b>
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	C	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	C	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	C	Effetto
Peso proprio	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00	Sfavorevole

Verifiche - Coefficienti di sicurezza

Verifiche esterne*Simbologia adottata*

$FS_{Rib}$  Fattore di sicurezza a ribaltamento

$FS_{Scor}$  Fattore di sicurezza a scorrimento

$FS_{Qlim}$  Fattore di sicurezza a carico limite

$FS_{Stab}$  Fattore di sicurezza a stabilità globale

	$FS_{Rib}$	$FS_{Scor}$	$FS_{Qlim}$	$FS_{Stab}$
Comb. n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo	--	4,28	13,91	--
Comb. n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo	--	4,25	14,20	--
Comb. n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo	--	2,91	4,91	--
Comb. n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo	--	2,89	5,01	--
Comb. n° 5 EQU - Sisma Vert. positivo	50,04	--	--	--
Comb. n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo	32,00	--	--	--
Comb. n° 7 STAB - Sisma Vert. positivo	--	--	--	3,84
Comb. n° 8 STAB - Sisma Vert. negativo	--	--	--	3,85
Comb. n° 9 SLE (Quasi Permanente)	--	6,13	15,65	--
Comb. n° 10 SLE (Frequente)	--	6,13	15,65	--
Comb. n° 11 SLE (Rara)	--	6,13	15,65	--
Comb. n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo	--	5,15	14,87	--
Comb. n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo	--	5,14	15,01	--
Comb. n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo	--	5,15	14,87	--
Comb. n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo	--	5,14	15,01	--
Comb. n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo	--	5,15	14,87	--
Comb. n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo	--	5,14	15,01	--

Verifiche interne*Simbologia adottata*

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

$FS_{Scor}$  Fattore di sicurezza a scorrimento  
 $FS_{Sfil}$  Fattore di sicurezza a sfilamento  
 $FS_{Traz}$  Fattore di sicurezza a trazione  
 $FS_{ScorR}$  Fattore di sicurezza a scorrimento del risvolto

	$FS_{Scor}$	$FS_{Sfil}$	$FS_{Traz}$	
	<b><math>FS_{ScorR}</math></b>			
Comb. n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo	585,54	1000,00	8,10	3,85
Comb. n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo	593,37	1000,00	8,21	4,43
Comb. n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo	181,31	362,62	4,94	1,68
Comb. n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo	184,21	368,41	5,01	1,93
Comb. n° 9 SLE (Quasi Permanente)	649,81	1000,00	8,99	55,77
Comb. n° 10 SLE (Frequente)	649,81	1000,00	8,99	55,77
Comb. n° 11 SLE (Rara)	649,81	1000,00	8,99	55,77
Comb. n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo	605,07	1000,00	8,37	5,66
Comb. n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo	608,62	1000,00	8,42	6,17
Comb. n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo	605,07	1000,00	8,37	5,66
Comb. n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo	608,62	1000,00	8,42	6,17
Comb. n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo	605,07	1000,00	8,37	5,66
Comb. n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo	608,62	1000,00	8,42	6,17

### Verifiche composte

#### *Simbologia adottata*

$FS_{Comp}$  Coefficiente di sicurezza a stabilità locale (compound)

	$FS_{Comp}$
Comb. n° 7 STAB - Sisma Vert. positivo	2,40
Comb. n° 8 STAB - Sisma Vert. negativo	2,38

Verifiche esterne

#### **Risultati spinta**

##### Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	32599,33	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,69 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	30712,13	[kg]
Componente verticale della spinta statica	10930,75	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,59	[°]
Incremento sismico della spinta	2000,77	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,72 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	1884,94	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	670,87	[kg]

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

Spinta statica	32599,33	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,69 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	30712,13	[kg]
Componente verticale della spinta statica	10930,75	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,59	[°]

Incremento sismico della spinta	1234,11	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,72 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	1162,67	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	413,81	[kg]

Combinazione n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	39869,05	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,69 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	38344,85	[kg]
Componente verticale della spinta statica	10918,50	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	15,89	[°]

Incremento sismico della spinta	2283,45	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,72 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	2196,16	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	625,34	[kg]

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

Spinta statica	39869,05	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,69 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	38344,85	[kg]
Componente verticale della spinta statica	10918,50	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	15,89	[°]

Incremento sismico della spinta	1345,81	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,72 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	1294,36	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	368,56	[kg]

Combinazione n° 5 EQU - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	39869,05	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,69 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	38344,85	[kg]
Componente verticale della spinta statica	10918,50	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	15,89	[°]

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Incremento sismico della spinta	2283,45	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,72 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	2196,16	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	625,34	[kg]

#### Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

Spinta statica	39869,05	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,69 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	38344,85	[kg]
Componente verticale della spinta statica	10918,50	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	15,89	[°]

Incremento sismico della spinta	1345,81	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,72 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	1294,36	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	368,56	[kg]

#### Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

Spinta statica	32599,33	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,69 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	30712,13	[kg]
Componente verticale della spinta statica	10930,75	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,59	[°]

#### Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

Spinta statica	32599,33	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,69 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	30712,13	[kg]
Componente verticale della spinta statica	10930,75	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,59	[°]

#### Combinazione n° 11 SLE (Rara)

Spinta statica	32599,33	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,69 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	30712,13	[kg]
Componente verticale della spinta statica	10930,75	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,59	[°]

#### Combinazione n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	32599,33	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,69 [m]	

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Componente orizzontale della spinta statica	30712,13	[kg]
Componente verticale della spinta statica	10930,75	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,59	[°]
Incremento sismico della spinta	866,68	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,72 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	816,51	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	290,60	[kg]

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

Spinta statica	32599,33	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,69 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	30712,13	[kg]
Componente verticale della spinta statica	10930,75	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,59	[°]

Incremento sismico della spinta	530,14	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,72 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	499,45	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	177,76	[kg]

Combinazione n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

Spinta statica	32599,33	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,69 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	30712,13	[kg]
Componente verticale della spinta statica	10930,75	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,59	[°]

Incremento sismico della spinta	866,68	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,72 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	816,51	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	290,60	[kg]

Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

Spinta statica	32599,33	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,69 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	30712,13	[kg]
Componente verticale della spinta statica	10930,75	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,59	[°]

Incremento sismico della spinta	530,14	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,72 [m]	

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Componente orizzontale dell'incremento sismico	499,45	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	177,76	[kg]
<b><u>Combinazione n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo</u></b>		
Spinta statica	32599,33	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,69 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	30712,13	[kg]
Componente verticale della spinta statica	10930,75	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,59	[°]
Incremento sismico della spinta	866,68	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,72 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	816,51	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	290,60	[kg]
<b><u>Combinazione n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo</u></b>		
Spinta statica	32599,33	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione della spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,69 [m]	
Componente orizzontale della spinta statica	30712,13	[kg]
Componente verticale della spinta statica	10930,75	[kg]
Inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale	19,59	[°]
Incremento sismico della spinta	530,14	[kg]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0,00	[°]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0,00 [m] - Y=-7,72 [m]	
Componente orizzontale dell'incremento sismico	499,45	[kg]
Componente verticale dell'incremento sismico	177,76	[kg]

**Risultanti****Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo**

Risultanti in direzione X	44524,38	[kg]
Risultanti in direzione Y	524040,95	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	524040,95	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	44524,38	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,526	[m]
Risultante in fondazione	525929,03	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,86	[°]
Carico ultimo della fondazione	7288298,57	[kg]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	32,60	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,564	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,650	[kg/cmq]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

$N_c = 30.14$   $N'_c = 26.97$

**COMUNE DI GENOVA**


---

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

$$N_q = 18.40 \qquad N'_q = 16.47$$

$$N_\gamma = 15.67 \qquad N'_\gamma = 11.01$$

Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

Risultanti in direzione X	43802,11	[kg]
Risultanti in direzione Y	511856,59	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	511856,59	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	43802,11	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,524	[m]
Risultante in fondazione	513727,35	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,89	[°]
Carico ultimo della fondazione	7269534,23	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,60	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,552	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,588	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$$N_c = 30.14 \qquad N'_c = 26.95$$

$$N_q = 18.40 \qquad N'_q = 16.46$$

$$N_\gamma = 15.67 \qquad N'_\gamma = 10.98$$

Combinazione n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	52468,31	[kg]
Risultanti in direzione Y	523983,18	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	523983,18	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	52468,31	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,466	[m]
Risultante in fondazione	526603,55	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	5,72	[°]
Carico ultimo della fondazione	2572355,41	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,60	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,582	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,632	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$$N_c = 20.42 \qquad N'_c = 17.91$$

$$N_q = 10.43 \qquad N'_q = 9.15$$

$$N_\gamma = 6.53 \qquad N'_\gamma = 3.87$$

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

Risultanti in direzione X	51566,52	[kg]
Risultanti in direzione Y	511799,10	[kg]

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	511799,10	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	51566,52	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,464	[m]
Risultante in fondazione	514390,34	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	5,75	[°]
Carico ultimo della fondazione	2563349,64	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,60	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,569	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,570	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 20.42$	$N'_c = 17.89$
$N_q = 10.43$	$N'_q = 9.14$
$N_\gamma = 6.53$	$N'_\gamma = 3.85$

Combinazione n° 5 EQU - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	52468,31	[kg]
Risultanti in direzione Y	523983,18	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	211194,30	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	10568792,07	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	523983,18	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	52468,31	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,466	[m]
Risultante in fondazione	526603,55	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	5,72	[°]

Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

Risultanti in direzione X	51566,52	[kg]
Risultanti in direzione Y	511799,10	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	326328,89	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	10441803,19	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	511799,10	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	51566,52	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,464	[m]
Risultante in fondazione	514390,34	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	5,75	[°]

Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

Risultanti in direzione X	30712,13	[kg]
Risultanti in direzione Y	517406,43	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	517406,43	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	30712,13	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,626	[m]
Risultante in fondazione	518317,13	[m]

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	3,40	[°]
Carico ultimo della fondazione	8095103,98	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,60	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,528	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,646	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.91$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 17.04$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 12.32$

Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

Risultanti in direzione X	30712,13	[kg]
Risultanti in direzione Y	517406,43	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	517406,43	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	30712,13	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,626	[m]
Risultante in fondazione	518317,13	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	3,40	[°]
Carico ultimo della fondazione	8095103,98	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,60	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,528	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,646	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.91$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 17.04$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 12.32$

Combinazione n° 11 SLE (Rara)

Risultanti in direzione X	30712,13	[kg]
Risultanti in direzione Y	517406,43	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	517406,43	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	30712,13	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,626	[m]
Risultante in fondazione	518317,13	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	3,40	[°]
Carico ultimo della fondazione	8095103,98	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,60	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,528	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,646	[kg/cmq]

## COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.91$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 17.04$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 12.32$

Combinazione n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	36758,73	[kg]
Risultanti in direzione Y	520312,08	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	520312,08	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	36758,73	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,582	[m]
Risultante in fondazione	521608,92	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,04	[°]
Carico ultimo della fondazione	7734694,74	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,60	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,544	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,648	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.49$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.79$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.73$

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

Risultanti in direzione X	36441,67	[kg]
Risultanti in direzione Y	514969,14	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	514969,14	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	36441,67	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,581	[m]
Risultante in fondazione	516256,93	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,05	[°]
Carico ultimo della fondazione	7731003,27	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,60	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,538	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,621	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.49$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.78$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.73$

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Combinazione n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	36758,73	[kg]
Risultanti in direzione Y	520312,08	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	520312,08	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	36758,73	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,582	[m]
Risultante in fondazione	521608,92	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,04	[°]
Carico ultimo della fondazione	7734694,74	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,60	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,544	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,648	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.49$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.79$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.73$

Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

Risultanti in direzione X	36441,67	[kg]
Risultanti in direzione Y	514969,14	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	514969,14	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	36441,67	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,581	[m]
Risultante in fondazione	516256,93	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,05	[°]
Carico ultimo della fondazione	7731003,27	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,60	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,538	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,621	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.49$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.78$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.73$

Combinazione n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo

Risultanti in direzione X	36758,73	[kg]
Risultanti in direzione Y	520312,08	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	520312,08	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	36758,73	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,582	[m]
Risultante in fondazione	521608,92	[m]

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,04	[°]
Carico ultimo della fondazione	7734694,74	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,60	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,544	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,648	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.49$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.79$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.73$

Combinazione n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo

Risultanti in direzione X	36441,67	[kg]
Risultanti in direzione Y	514969,14	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	514969,14	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	36441,67	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-3,581	[m]
Risultante in fondazione	516256,93	[m]
Inclinazione della risultante (rispetto all'orizzontale)	4,05	[°]
Carico ultimo della fondazione	7731003,27	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	32,60	[m]
Pressione terreno allo spigolo di valle	0,538	[kg/cmq]
Pressione terreno allo spigolo di monte	2,621	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 27.49$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 16.78$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 11.73$

**Stabilità globale terra armata + terreno***Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla terra armata (spigolo contro terra)

<i>Str</i>	Identificativo della striscia
<i>W</i>	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
<i>c</i>	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
<i>l</i>	lunghezza della base della striscia espressa in [m]
<i>u</i>	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
<i>N</i>	sforzo normale alla base della striscia espressa in [kg]
<i>T</i>	sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in [kg]

## COMUNE DI GENOVA

---

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

Combinazione n° 7 STAB - Sisma Vert. positivo*Superficie di scorrimento n° 91 -  $F_s = 3.84$* 

Str	W	$\alpha$	$\phi$	c	l	u	N	T
1	20631	-49,97	23,91	0,00	4,06	0	4280	495
2	38151	-42,80	23,91	0,00	3,56	0	13292	1537
3	51189	-36,26	24,79	0,00	3,24	0	21811	2626
4	61462	-30,29	24,79	0,00	3,02	0	29442	3545
5	75930	-24,13	24,79	0,00	2,86	0	36155	4354
6	80194	-18,11	24,79	0,00	2,75	0	41707	5022
7	86975	-13,05	24,79	0,00	2,68	0	45779	5513
8	100309	-8,20	24,79	0,00	2,64	0	48524	5843
9	101425	-3,48	24,79	0,00	2,61	0	49932	6013
10	105033	2,79	24,79	0,00	2,61	0	49990	6020
11	109622	7,95	24,79	0,00	2,64	0	48673	5861
12	107689	12,78	24,79	0,00	2,68	0	46043	5545
13	98375	17,81	24,79	0,00	2,74	0	65360	7871
14	88142	23,14	24,79	0,00	2,84	0	81052	9760
15	82914	29,71	24,79	0,00	3,01	0	72012	8672
16	76247	35,74	24,79	0,00	3,22	0	61887	7453
17	67732	42,17	24,79	0,00	3,52	0	50199	6045
18	56765	49,58	24,79	0,00	4,03	0	36806	4432
19	41924	59,15	24,79	0,00	5,09	0	21498	2589
20	18709	71,64	23,91	0,00	8,29	0	5893	681

Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. negativo*Superficie di scorrimento n° 91 -  $F_s = 3.85$* 

Str	W	$\alpha$	$\phi$	c	l	u	N	T
1	20631	-49,97	23,91	0,00	4,06	0	4280	493
2	38151	-42,80	23,91	0,00	3,56	0	13292	1532
3	51189	-36,26	24,79	0,00	3,24	0	21811	2619
4	61462	-30,29	24,79	0,00	3,02	0	29442	3535
5	75930	-24,13	24,79	0,00	2,86	0	36155	4341
6	80194	-18,11	24,79	0,00	2,75	0	41707	5008
7	86975	-13,05	24,79	0,00	2,68	0	45779	5497
8	100309	-8,20	24,79	0,00	2,64	0	48524	5827
9	101425	-3,48	24,79	0,00	2,61	0	49932	5996
10	105033	2,79	24,79	0,00	2,61	0	49990	6003
11	109622	7,95	24,79	0,00	2,64	0	48673	5844
12	107689	12,78	24,79	0,00	2,68	0	46043	5529
13	98375	17,81	24,79	0,00	2,74	0	65360	7848
14	88142	23,14	24,79	0,00	2,84	0	81052	9732
15	82914	29,71	24,79	0,00	3,01	0	72012	8647
16	76247	35,74	24,79	0,00	3,22	0	61887	7431

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

17	67732	42,17	24,79	0,00	3,52	0	50199	6028
18	56765	49,58	24,79	0,00	4,03	0	36806	4419
19	41924	59,15	24,79	0,00	5,09	0	21498	2581
20	18709	71,64	23,91	0,00	8,29	0	5893	679

Verifiche interne

**Risultati rinforzi***Simbologia adottata*

<i>n°</i>	Identificativo rinforzo
<i>z</i>	Quota del rinforzo, espresso in [m]
<i>Rinf</i>	Tipo di rinforzo utilizzato
<i>Sf</i>	Sforzo nel rinforzo espressa in [kg/m]
<i>Ll</i>	Lunghezza libera del rinforzo espressa in [m]
<i>Lf</i>	Lunghezza fondazione del rinforzo espressa in [m]
<i>Lt</i>	Lunghezza totale del rinforzo espressa in [m]
<i>Lrisv</i>	Lunghezza del risvolto del rinforzo espressa in [m]

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

<b>n°</b>	<b>z</b>	<b>Rinf</b>	<b>Sf</b>	<b>Ll</b>	<b>Lf</b>	<b>Lt</b>	<b>Lrisv</b>
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,48	6,52	7,00	7,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,25	7,17	7,42	7,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,01	7,82	7,83	7,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,73	13,52	14,25	7,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,49	14,17	14,66	7,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,25	14,83	15,08	7,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,01	15,48	15,49	7,00
8	-4,76	rinforzo 1	75,17	0,74	21,47	22,21	7,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,50	22,13	22,63	7,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,26	22,79	23,05	7,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,02	23,44	23,47	7,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,00	27,86	27,86	7,00
13	-8,16	rinforzo 1	194,72	1,44	29,84	31,28	7,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	1,15	30,39	31,54	7,00
15	-9,52	rinforzo 1	108,83	0,87	30,94	31,80	7,00
16	-10,20	rinforzo 1	258,82	0,58	31,48	32,07	7,00
17	-10,88	rinforzo 1	389,57	0,30	32,03	32,33	7,00
18	-11,56	rinforzo 1	522,28	0,01	32,58	32,59	7,00

<b>n°</b>	<b>z</b>	<b>Rinf</b>	<b>Fs scor</b>	<b>Fs sfil</b>	<b>Fs traz</b>	<b>Fs risv</b>
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	951,00	1902,00	56,28	3,85

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	890,82	1781,65	21,73	21,25
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	2080,61	4161,22	38,88	106,33
16	-10,20	rinforzo 1	975,48	1950,95	16,35	64,50
17	-10,88	rinforzo 1	714,84	1429,68	10,86	55,39
18	-11,56	rinforzo 1	585,54	1171,08	8,10	50,25

Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,49	6,51	7,00	7,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,25	7,17	7,42	7,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,01	7,82	7,83	7,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,73	13,52	14,25	7,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,49	14,17	14,66	7,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,25	14,83	15,08	7,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,01	15,48	15,49	7,00
8	-4,76	rinforzo 1	65,33	0,74	21,47	22,21	7,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,50	22,13	22,63	7,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,26	22,79	23,05	7,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,02	23,44	23,47	7,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,00	27,86	27,86	7,00
13	-8,16	rinforzo 1	165,79	1,44	29,84	31,28	7,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	1,15	30,39	31,54	7,00
15	-9,52	rinforzo 1	98,38	0,87	30,94	31,80	7,00
16	-10,20	rinforzo 1	253,00	0,58	31,48	32,07	7,00
17	-10,88	rinforzo 1	383,35	0,30	32,03	32,33	7,00
18	-11,56	rinforzo 1	515,39	0,01	32,58	32,59	7,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1094,30	2188,60	64,76	4,43
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1046,27	2092,53	25,52	24,95
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	2301,55	4603,09	43,00	117,62

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

16	-10,20	rinforzo 1	997,94	1995,88	16,72	65,98
17	-10,88	rinforzo 1	726,45	1452,91	11,04	56,29
18	-11,56	rinforzo 1	593,37	1186,74	8,21	50,92

Combinazione n° 3 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

n°	z	Rinf	Sf	LI	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,63	6,37	7,00	7,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,32	7,09	7,42	7,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,01	7,82	7,83	7,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,95	13,30	14,25	7,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,64	14,03	14,66	7,00
6	-3,40	rinforzo 1	44,93	0,33	14,75	15,08	7,00
7	-4,08	rinforzo 1	257,17	0,02	15,48	15,49	7,00
8	-4,76	rinforzo 1	137,69	0,96	21,25	22,21	7,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,65	21,98	22,63	7,00
10	-6,12	rinforzo 1	24,82	0,34	22,71	23,05	7,00
11	-6,80	rinforzo 1	237,27	0,03	23,44	23,47	7,00
12	-7,48	rinforzo 1	43,94	0,00	27,85	27,86	7,00
13	-8,16	rinforzo 1	254,07	1,74	29,54	31,28	7,00
14	-8,84	rinforzo 1	59,30	1,40	30,15	31,54	7,00
15	-9,52	rinforzo 1	294,60	1,05	30,75	31,80	7,00
16	-10,20	rinforzo 1	470,18	0,70	31,36	32,07	7,00
17	-10,88	rinforzo 1	662,14	0,36	31,97	32,33	7,00
18	-11,56	rinforzo 1	856,76	0,01	32,58	32,59	7,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	809,11	1618,21	94,17	145,48
7	-4,08	rinforzo 1	181,31	362,62	16,45	41,27
8	-4,76	rinforzo 1	414,04	828,08	30,73	1,68
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	3503,72	7007,45	170,46	217,94
11	-6,80	rinforzo 1	433,93	867,86	17,83	40,48
12	-7,48	rinforzo 1	2729,48	5458,96	96,29	138,93
13	-8,16	rinforzo 1	545,87	1091,74	16,65	13,03
14	-8,84	rinforzo 1	2689,60	5379,20	71,35	84,35
15	-9,52	rinforzo 1	614,16	1228,32	14,36	31,42
16	-10,20	rinforzo 1	430,12	860,25	9,00	28,40
17	-10,88	rinforzo 1	336,60	673,20	6,39	26,07
18	-11,56	rinforzo 1	285,56	571,12	4,94	24,51

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,63	6,37	7,00	7,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,32	7,09	7,42	7,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,01	7,82	7,83	7,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,95	13,30	14,25	7,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,64	14,03	14,66	7,00
6	-3,40	rinforzo 1	35,74	0,33	14,75	15,08	7,00
7	-4,08	rinforzo 1	253,13	0,02	15,48	15,49	7,00
8	-4,76	rinforzo 1	119,69	0,96	21,25	22,21	7,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,65	21,98	22,63	7,00
10	-6,12	rinforzo 1	13,07	0,34	22,71	23,05	7,00
11	-6,80	rinforzo 1	230,29	0,03	23,44	23,47	7,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,00	27,85	27,86	7,00
13	-8,16	rinforzo 1	201,18	1,74	29,54	31,28	7,00
14	-8,84	rinforzo 1	50,11	1,40	30,15	31,54	7,00
15	-9,52	rinforzo 1	284,68	1,05	30,75	31,80	7,00
16	-10,20	rinforzo 1	459,53	0,70	31,36	32,07	7,00
17	-10,88	rinforzo 1	650,76	0,36	31,97	32,33	7,00
18	-11,56	rinforzo 1	844,16	0,01	32,58	32,59	7,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1016,98	2033,96	118,37	182,86
7	-4,08	rinforzo 1	184,21	368,41	16,71	41,93
8	-4,76	rinforzo 1	476,30	952,60	35,35	1,93
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	6655,49	13310,97	323,79	413,99
11	-6,80	rinforzo 1	447,08	894,16	18,37	41,70
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	689,39	1378,78	21,03	16,45
14	-8,84	rinforzo 1	3182,44	6364,89	84,42	99,81
15	-9,52	rinforzo 1	635,55	1271,11	14,86	32,52
16	-10,20	rinforzo 1	440,09	880,19	9,21	29,06
17	-10,88	rinforzo 1	342,49	684,98	6,50	26,53
18	-11,56	rinforzo 1	289,82	579,64	5,01	24,87

#### Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,46	6,54	7,00	7,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,23	7,18	7,42	7,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,01	7,82	7,83	7,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,68	13,57	14,25	7,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,46	14,20	14,66	7,00

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,24	14,84	15,08	7,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,01	15,48	15,49	7,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,69	21,52	22,21	7,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,47	22,16	22,63	7,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,24	22,80	23,05	7,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,02	23,45	23,47	7,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,00	27,86	27,86	7,00
13	-8,16	rinforzo 1	0,00	1,36	29,91	31,28	7,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	1,09	30,45	31,54	7,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,82	30,98	31,80	7,00
16	-10,20	rinforzo 1	184,52	0,55	31,51	32,07	7,00
17	-10,88	rinforzo 1	342,59	0,28	32,05	32,33	7,00
18	-11,56	rinforzo 1	470,62	0,01	32,58	32,59	7,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	1367,65	2735,29	22,93	90,47
17	-10,88	rinforzo 1	812,79	1625,58	12,35	62,99
18	-11,56	rinforzo 1	649,81	1299,63	8,99	55,77

#### Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,46	6,54	7,00	7,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,23	7,18	7,42	7,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,01	7,82	7,83	7,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,68	13,57	14,25	7,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,46	14,20	14,66	7,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,24	14,84	15,08	7,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,01	15,48	15,49	7,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,69	21,52	22,21	7,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,47	22,16	22,63	7,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,24	22,80	23,05	7,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,02	23,45	23,47	7,00

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,00	27,86	27,86	7,00
13	-8,16	rinforzo 1	0,00	1,36	29,91	31,28	7,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	1,09	30,45	31,54	7,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,82	30,98	31,80	7,00
16	-10,20	rinforzo 1	184,52	0,55	31,51	32,07	7,00
17	-10,88	rinforzo 1	342,59	0,28	32,05	32,33	7,00
18	-11,56	rinforzo 1	470,62	0,01	32,58	32,59	7,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
16	-10,20	rinforzo 1	1367,65	2735,29	22,93	90,47
17	-10,88	rinforzo 1	812,79	1625,58	12,35	62,99
18	-11,56	rinforzo 1	649,81	1299,63	8,99	55,77

#### Combinazione n° 11 SLE (Rara)

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,46	6,54	7,00	7,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,23	7,18	7,42	7,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,01	7,82	7,83	7,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,68	13,57	14,25	7,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,46	14,20	14,66	7,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,24	14,84	15,08	7,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,01	15,48	15,49	7,00
8	-4,76	rinforzo 1	0,00	0,69	21,52	22,21	7,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,47	22,16	22,63	7,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,24	22,80	23,05	7,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,02	23,45	23,47	7,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,00	27,86	27,86	7,00
13	-8,16	rinforzo 1	0,00	1,36	29,91	31,28	7,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	1,09	30,45	31,54	7,00
15	-9,52	rinforzo 1	0,00	0,82	30,98	31,80	7,00
16	-10,20	rinforzo 1	184,52	0,55	31,51	32,07	7,00
17	-10,88	rinforzo 1	342,59	0,28	32,05	32,33	7,00

#### COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

18	-11,56	rinforzo 1	470,62	0,01	32,58	32,59	7,00
<b>n°</b>	<b>z</b>	<b>Rinf</b>	<b>Fs scor</b>	<b>Fs sfil</b>	<b>Fs traz</b>	<b>Fs risv</b>	
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	
8	-4,76	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	
13	-8,16	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	
15	-9,52	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	
16	-10,20	rinforzo 1	1367,65	2735,29	22,93	90,47	
17	-10,88	rinforzo 1	812,79	1625,58	12,35	62,99	
18	-11,56	rinforzo 1	649,81	1299,63	8,99	55,77	

Combinazione n° 12 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

<b>n°</b>	<b>z</b>	<b>Rinf</b>	<b>Sf</b>	<b>Ll</b>	<b>Lf</b>	<b>Lt</b>	<b>Lrisv</b>
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,47	6,53	7,00	7,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,24	7,18	7,42	7,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,01	7,82	7,83	7,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,71	13,54	14,25	7,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,47	14,19	14,66	7,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,24	14,83	15,08	7,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,01	15,48	15,49	7,00
8	-4,76	rinforzo 1	51,09	0,71	21,50	22,21	7,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,48	22,15	22,63	7,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,25	22,80	23,05	7,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,02	23,44	23,47	7,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,00	27,86	27,86	7,00
13	-8,16	rinforzo 1	123,95	1,40	29,88	31,28	7,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	1,12	30,42	31,54	7,00
15	-9,52	rinforzo 1	83,27	0,84	30,96	31,80	7,00
16	-10,20	rinforzo 1	244,57	0,56	31,50	32,07	7,00
17	-10,88	rinforzo 1	374,34	0,29	32,04	32,33	7,00
18	-11,56	rinforzo 1	505,42	0,01	32,58	32,59	7,00

<b>n°</b>	<b>z</b>	<b>Rinf</b>	<b>Fs scor</b>	<b>Fs sfil</b>	<b>Fs traz</b>	<b>Fs risv</b>
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1399,61	2799,22	82,81	5,66
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1399,48	2798,96	34,13	33,38
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	2719,62	5439,24	50,81	138,97
16	-10,20	rinforzo 1	1032,06	2064,12	17,30	68,26
17	-10,88	rinforzo 1	743,89	1487,78	11,30	57,64
18	-11,56	rinforzo 1	605,07	1210,14	8,37	51,93

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,47	6,53	7,00	7,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,24	7,18	7,42	7,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,01	7,82	7,83	7,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,71	13,54	14,25	7,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,47	14,19	14,66	7,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,24	14,83	15,08	7,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,01	15,48	15,49	7,00
8	-4,76	rinforzo 1	46,88	0,71	21,50	22,21	7,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,48	22,15	22,63	7,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,25	22,80	23,05	7,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,02	23,44	23,47	7,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,00	27,86	27,86	7,00
13	-8,16	rinforzo 1	111,58	1,40	29,88	31,28	7,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	1,12	30,42	31,54	7,00
15	-9,52	rinforzo 1	78,80	0,84	30,96	31,80	7,00
16	-10,20	rinforzo 1	242,08	0,56	31,50	32,07	7,00
17	-10,88	rinforzo 1	371,67	0,29	32,04	32,33	7,00
18	-11,56	rinforzo 1	502,47	0,01	32,58	32,59	7,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1525,31	3050,62	90,25	6,17
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1554,67	3109,34	37,92	37,08
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	2873,82	5747,65	53,69	146,85
16	-10,20	rinforzo 1	1042,68	2085,37	17,48	68,96
17	-10,88	rinforzo 1	749,22	1498,45	11,38	58,06
18	-11,56	rinforzo 1	608,62	1217,24	8,42	52,23

Combinazione n° 14 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,47	6,53	7,00	7,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,24	7,18	7,42	7,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,01	7,82	7,83	7,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,71	13,54	14,25	7,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,47	14,19	14,66	7,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,24	14,83	15,08	7,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,01	15,48	15,49	7,00
8	-4,76	rinforzo 1	51,09	0,71	21,50	22,21	7,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,48	22,15	22,63	7,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,25	22,80	23,05	7,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,02	23,44	23,47	7,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,00	27,86	27,86	7,00
13	-8,16	rinforzo 1	123,95	1,40	29,88	31,28	7,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	1,12	30,42	31,54	7,00
15	-9,52	rinforzo 1	83,27	0,84	30,96	31,80	7,00
16	-10,20	rinforzo 1	244,57	0,56	31,50	32,07	7,00
17	-10,88	rinforzo 1	374,34	0,29	32,04	32,33	7,00
18	-11,56	rinforzo 1	505,42	0,01	32,58	32,59	7,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1399,61	2799,22	82,81	5,66
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1399,48	2798,96	34,13	33,38
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	2719,62	5439,24	50,81	138,97

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

16	-10,20	rinforzo 1	1032,06	2064,12	17,30	68,26
17	-10,88	rinforzo 1	743,89	1487,78	11,30	57,64
18	-11,56	rinforzo 1	605,07	1210,14	8,37	51,93

Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

n°	z	Rinf	Sf	Ll	Lf	Lt	Lrisv
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,47	6,53	7,00	7,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,24	7,18	7,42	7,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,01	7,82	7,83	7,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,71	13,54	14,25	7,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,47	14,19	14,66	7,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,24	14,83	15,08	7,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,01	15,48	15,49	7,00
8	-4,76	rinforzo 1	46,88	0,71	21,50	22,21	7,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,48	22,15	22,63	7,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,25	22,80	23,05	7,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,02	23,44	23,47	7,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,00	27,86	27,86	7,00
13	-8,16	rinforzo 1	111,58	1,40	29,88	31,28	7,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	1,12	30,42	31,54	7,00
15	-9,52	rinforzo 1	78,80	0,84	30,96	31,80	7,00
16	-10,20	rinforzo 1	242,08	0,56	31,50	32,07	7,00
17	-10,88	rinforzo 1	371,67	0,29	32,04	32,33	7,00
18	-11,56	rinforzo 1	502,47	0,01	32,58	32,59	7,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1525,31	3050,62	90,25	6,17
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1554,67	3109,34	37,92	37,08
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	2873,82	5747,65	53,69	146,85
16	-10,20	rinforzo 1	1042,68	2085,37	17,48	68,96
17	-10,88	rinforzo 1	749,22	1498,45	11,38	58,06
18	-11,56	rinforzo 1	608,62	1217,24	8,42	52,23

Combinazione n° 16 SLE (Rara) - Sisma Vert. positivo

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

<b>n°</b>	<b>z</b>	<b>Rinf</b>	<b>Sf</b>	<b>Ll</b>	<b>Lf</b>	<b>Lt</b>	<b>Lrisv</b>
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,47	6,53	7,00	7,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,24	7,18	7,42	7,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,01	7,82	7,83	7,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,71	13,54	14,25	7,00
5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,47	14,19	14,66	7,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,24	14,83	15,08	7,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,01	15,48	15,49	7,00
8	-4,76	rinforzo 1	51,09	0,71	21,50	22,21	7,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,48	22,15	22,63	7,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,25	22,80	23,05	7,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,02	23,44	23,47	7,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,00	27,86	27,86	7,00
13	-8,16	rinforzo 1	123,95	1,40	29,88	31,28	7,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	1,12	30,42	31,54	7,00
15	-9,52	rinforzo 1	83,27	0,84	30,96	31,80	7,00
16	-10,20	rinforzo 1	244,57	0,56	31,50	32,07	7,00
17	-10,88	rinforzo 1	374,34	0,29	32,04	32,33	7,00
18	-11,56	rinforzo 1	505,42	0,01	32,58	32,59	7,00

<b>n°</b>	<b>z</b>	<b>Rinf</b>	<b>Fs scor</b>	<b>Fs sfil</b>	<b>Fs traz</b>	<b>Fs risv</b>
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1399,61	2799,22	82,81	5,66
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1399,48	2798,96	34,13	33,38
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	2719,62	5439,24	50,81	138,97
16	-10,20	rinforzo 1	1032,06	2064,12	17,30	68,26
17	-10,88	rinforzo 1	743,89	1487,78	11,30	57,64
18	-11,56	rinforzo 1	605,07	1210,14	8,37	51,93

Combinazione n° 17 SLE (Rara) - Sisma Vert. negativo

<b>n°</b>	<b>z</b>	<b>Rinf</b>	<b>Sf</b>	<b>Ll</b>	<b>Lf</b>	<b>Lt</b>	<b>Lrisv</b>
1	0,00	rinforzo 1	0,00	0,47	6,53	7,00	7,00
2	-0,68	rinforzo 1	0,00	0,24	7,18	7,42	7,00
3	-1,36	rinforzo 1	0,00	0,01	7,82	7,83	7,00
4	-2,04	rinforzo 1	0,00	0,71	13,54	14,25	7,00

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

5	-2,72	rinforzo 1	0,00	0,47	14,19	14,66	7,00
6	-3,40	rinforzo 1	0,00	0,24	14,83	15,08	7,00
7	-4,08	rinforzo 1	0,00	0,01	15,48	15,49	7,00
8	-4,76	rinforzo 1	46,88	0,71	21,50	22,21	7,00
9	-5,44	rinforzo 1	0,00	0,48	22,15	22,63	7,00
10	-6,12	rinforzo 1	0,00	0,25	22,80	23,05	7,00
11	-6,80	rinforzo 1	0,00	0,02	23,44	23,47	7,00
12	-7,48	rinforzo 1	0,00	0,00	27,86	27,86	7,00
13	-8,16	rinforzo 1	111,58	1,40	29,88	31,28	7,00
14	-8,84	rinforzo 1	0,00	1,12	30,42	31,54	7,00
15	-9,52	rinforzo 1	78,80	0,84	30,96	31,80	7,00
16	-10,20	rinforzo 1	242,08	0,56	31,50	32,07	7,00
17	-10,88	rinforzo 1	371,67	0,29	32,04	32,33	7,00
18	-11,56	rinforzo 1	502,47	0,01	32,58	32,59	7,00

n°	z	Rinf	Fs scor	Fs sfil	Fs traz	Fs risv
1	0,00	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
2	-0,68	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
3	-1,36	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
4	-2,04	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
5	-2,72	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
6	-3,40	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
7	-4,08	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
8	-4,76	rinforzo 1	1525,31	3050,62	90,25	6,17
9	-5,44	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	-6,12	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
11	-6,80	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
12	-7,48	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
13	-8,16	rinforzo 1	1554,67	3109,34	37,92	37,08
14	-8,84	rinforzo 1	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
15	-9,52	rinforzo 1	2873,82	5747,65	53,69	146,85
16	-10,20	rinforzo 1	1042,68	2085,37	17,48	68,96
17	-10,88	rinforzo 1	749,22	1498,45	11,38	58,06
18	-11,56	rinforzo 1	608,62	1217,24	8,42	52,23

Verifiche composte

### Stabilità globale della terra armata

#### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla terra armata (spigolo contro terra)

Str Identificativo della striscia

W peso della striscia espresso in [kg]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

$N$  sforzo normale alla base della striscia espressa in [kg]  
 $T$  sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in [kg]

Combinazione n° 7 STAB - Sisma Vert. positivo

*Superficie di scorrimento n° 31 -  $F_s = 2.40$*

Str	W	$\alpha$	$\phi$	c	b	u	N	T
1	5726	-10,55	29,26	0,02	1,49	0	5629	1416
2	9844	-7,65	29,26	0,02	1,48	0	9757	2380
3	10549	-4,78	29,26	0,02	1,47	0	10512	2556
4	12908	-1,93	29,26	0,02	1,47	0	12901	3114
5	13444	0,91	29,26	0,02	1,47	0	13442	3240
6	13270	3,76	29,26	0,02	1,47	0	13242	3193
7	16576	6,62	29,26	0,02	1,48	0	16465	3947
8	19066	9,51	29,26	0,02	1,49	0	18804	4495
9	18219	12,43	29,26	0,02	1,50	0	17792	4259
10	17138	15,44	29,26	0,02	1,52	0	16519	3963
11	15814	18,65	29,26	0,02	1,55	0	14984	3606
12	16340	21,69	29,26	0,02	1,58	0	15183	3655
13	20229	24,80	29,26	0,02	1,62	0	18363	4400
14	18735	27,99	29,26	0,02	1,66	0	16544	3978
15	16276	31,27	29,26	0,02	1,72	0	13911	3366
16	13467	34,66	29,26	0,02	1,79	0	11078	2709
17	11106	38,50	29,26	0,02	1,88	0	8691	2157
18	11517	42,31	29,26	0,02	1,99	0	8517	2123
19	7514	46,22	29,26	0,02	2,12	0	5198	1357
20	2659	50,27	29,26	0,02	2,30	0	1699	551

Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. negativo

*Superficie di scorrimento n° 31 -  $F_s = 2.38$*

Str	W	$\alpha$	$\phi$	c	b	u	N	T
1	5726	-10,55	29,26	0,02	1,49	0	5629	1423
2	9844	-7,65	29,26	0,02	1,48	0	9757	2393
3	10549	-4,78	29,26	0,02	1,47	0	10512	2570
4	12908	-1,93	29,26	0,02	1,47	0	12901	3131
5	13444	0,91	29,26	0,02	1,47	0	13442	3258
6	13270	3,76	29,26	0,02	1,47	0	13242	3211
7	16576	6,62	29,26	0,02	1,48	0	16465	3969
8	19066	9,51	29,26	0,02	1,49	0	18804	4519
9	18219	12,43	29,26	0,02	1,50	0	17792	4282
10	17138	15,44	29,26	0,02	1,52	0	16519	3985
11	15814	18,65	29,26	0,02	1,55	0	14984	3626
12	16340	21,69	29,26	0,02	1,58	0	15183	3674
13	20229	24,80	29,26	0,02	1,62	0	18363	4424

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

14	18735	27,99	29,26	0,02	1,66	0	16544	4000
15	16276	31,27	29,26	0,02	1,72	0	13911	3385
16	13467	34,66	29,26	0,02	1,79	0	11078	2723
17	11106	38,50	29,26	0,02	1,88	0	8691	2169
18	11517	42,31	29,26	0,02	1,99	0	8517	2135
19	7514	46,22	29,26	0,02	2,12	0	5198	1364
20	2659	50,27	29,26	0,02	2,30	0	1699	554

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)

### **Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo**

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### **Tipo di analisi svolta**

L'analisi e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.

Il calcolo delle terre armate viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno;
- Verifica a ribaltamento;
- Verifica a scorrimento sul piano di posa;
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite);
- Verifica della stabilità globale;
- Verifica dell'opera nei confronti di potenziali superfici di rottura interni alla terra armata. In particolare viene eseguita un'analisi di stabilità interna o locale (tieback) che permette di ottenere una ripartizione omogenea delle tensioni nei rinforzi, ed un'analisi globale (compound) che assicura la stabilità globale e, in particolare, l'esistenza di rinforzi di lunghezza sufficiente a garantirne l'ancoraggio in una porzione del terreno stabile.

L'analisi sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

#### **Origine e caratteristiche dei codici di calcolo**

Titolo	TEA - Terre Armate
Versione	11.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	Comune di Genova
Licenza	AIU4340LJ

#### **Affidabilità dei codici di calcolo**

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

#### **Modalità di presentazione dei risultati**

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

COMUNE DI GENOVA

Area Tecnica – Direzione Lavori Pubblici

Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia

16149 GENOVA - Via di Francia 3 - Tel. +39 010 55 73743 +39 010 55 73471

e-mail: [idrogeologiageotecnica@comune.genova.it](mailto:idrogeologiageotecnica@comune.genova.it)

### **Informazioni generali sull'elaborazione**

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Il capoprogetto  
Geol. Giuseppe Caggia

01	11/2015	PRIMA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

# COMUNE DI GENOVA



## AREA TECNICA

Direttore Generale Area Arch. Laura PETACCHI

## DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

Direttore Arch. Mirco GRASSI

## STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA

Responsabile Geol. Giorgio GRASSANO

Committente PARCHI E VERDE - OPERE PUBBLICHE 3

Progetto 11.01.00

CAPO PROGETTO Geol. Giuseppe CAGGIA

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO Arch. Ines MARASSO

Progetto GEOTECNICO - IDROGEOLOGICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Geol. Giuseppe Caggia  
Geol. Antonietta Franzè  
Geom. Enrico Ballarino

Rilievi  
 Responsabile F.D.T. Geom. Ivano Bareggi  
 Collaboratori F.S.T. Geom. Bartolomeo Caviglia  
I.S.T. Dott. Matteo Previtera

Progetto IDRAULICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Ing. Marianna Reggio

Coordinatore per la Sicurezza (in fase di Progettazione) I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Progetto STRUTTURALE  
 Responsabile ---  
 Collaboratori ---

Verifica accessibilità

Computi metrici e Capitolato F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Altro (Progetto prevenzione incendi)

Altro (Progetto aspetti vegetazionali)

Intervento/Opera  
 Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S.Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina

Municipio Centro Est I

Quartiere Oregina 11

N° prog. tav. N° tot. tav.

Oggetto della tavola  
 Computo Metrico Estimativo

Scala Data  
 Novembre 2015

Livello Progettazione ESECUTIVO GEOTECNICO

Codice GULP 13937 Codice PROGETTAZIONE 11.01.00 Codice OPERA Codice ARCHIVIO

Tavola N°  
**Da03**  
**E-G\_Tec**



**COMUNE DI GENOVA**  
**Area Tecnica - Direzione Lavori Pubblici**  
**Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia**

**LAVORI**

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei Giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

**COMPUTO METRICO ESTIMATIVO**

**computo**

GENOVA 23/11/2015

**IL TECNICO**

Geom.Marco Terenzio

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
		<b>Parte d'Opera N. 1 - Opere di ingegneria naturalistica</b>			
		<b>LAVORI A MISURA</b>			
		<b>Viminate e fascinate</b>			
1	47.008.090.00 5	Costruzione di fascinata, eseguita in scavo della sezione media pari a 40x40 cm, posa in opera di fascine composte da 5 - 8 verghe di salici o altre essenze equipollenti, fissate al terreno con picchetti di legno o verghe vive del diametro di 5 cm e dell interamente a mano 10,50+3,00+5,50+13,00+12,00+12,00+13,50+15,00 8,50+11,50+10,50+9,00	84,50 39,50		
		Sommano m	124,00	47,66	5.909,84
2	47.008.080	Costruzione di viminata viva, costituita da due paletti di castagno, a metro lineare, del diametro di 8 - 10 cm, lunghezza minima di 1,00 m infissi nel terreno per almeno 70 cm, posa in opera di intreccio formato da 4 - 5 pertichini di castagno del diame 10,50+3,00+5,50+13,00+12,00+12,00+13,50+15,00 8,50+11,50+10,50+9,00	84,50 39,50		
		Sommano m	124,00	36,38	4.511,12
		<b>Totale Viminate e fascinate</b>		Euro	<b>10.420,96</b>
3	PA.01	<b>Terre armate</b> Formazione di opere di sostegno in terra rinforzata con rinforzo 4,00 m, abbinando materiali di rinforzo di varia natura, con paramenti sul fronte esterno realizzati in modo da consentire la crescita delle piante. Con elementi preassemblati in rete metallica a doppia torsione: il paramento esterno (max 75°), elementi di armatura planari orizzontali, costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 550 N/mm <sup>2</sup> e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.20 mm , galvanizzato con lega eutettica di Zinco-Alluminio(5%)-Cerio-Lantanio conforme alla EN 10244 – Classe A e ASTM 856-98 con un quantitativo non inferiore a 230 g/m <sup>2</sup> . Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale non inferiore a 0,5 mm, portando il diametro esterno ad almeno 3,20 mm. Ogni singolo elemento è provvisto di barrette di rinforzo in lega eutettica Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio e plasticate			

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
		<p>di diametro 3,00 mm, inserite all'interno della doppia torsione delle maglie, nella parte di rete che viene risvoltata in corrispondenza del paramento. Il paramento in vista sarà provvisto inoltre di un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un ulteriore pannello di rete elettrosaldato con maglia 15x15 e diametro 8 mm e da un geocomposito antierosivo in fibra naturale. Il paramento sarà fissato con inclinazione a 70°, per mezzo di elementi a squadra realizzati in tondino metallico e preassemblati alla struttura. Gli elementi di rinforzo contigui, saranno posti in opera e legati tra loro con punti metallici meccanizzati in lega eutettica Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 kg/mq. A tergo del paramento esterno inclinato sarà posto del terreno vegetale, reperito in sito a seguito della preparazione della scarpata di lavoro, per uno spessore di almeno 30 cm e poi si provvederà alla stesa e compattazione del terreno per la formazione del rilevato strutturale; questa avverrà per strati di altezza pari a ca. 30 cm e per un totale pari alla distanza tra i teli di rinforzo. Terminata l'opera sarà necessario eseguire un'idrosemina a spessore in almeno due passaggi, contenente oltre alle sementi e al collante, quantità idonee di materia organica e mulch.</p> <p>Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. la documentazione di origine redatta secondo le indicazioni delle Linee Guida (12 maggio 2006) e rilasciata in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. Tale Ditta produttrice dovrà inoltre essere in certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9001:2000; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.</p>			
		5,00x(154,00-150,00)	20,00		
		6,00x(156,00-154,00)	12,00		
		25,00x(158,50-150,77)	193,25		
		22,00x(160,50-158,50)	44,00		
		36,00x(163,00-160,50)	90,00		
		20,00x(165,50-163,00)	50,00		
		Sommano MQ	409,25	176,74	72.330,85
4	PA.03	Fornitura di terreno Sez.1-2 1:2x(22,62+84,41)x4,00	214,06		

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale	
5	PA.04	Sez.2-3 1:2x(84,41+159,40)x2,00	243,81			
		Sez.3-4 1:2x(159,40+64,85)x2,00	224,25			
		Sez.4-5 1:2x(64,85+121,69)x2,00	186,54			
		Sez.5-6 1:2x(121,69+32,09)x4,00	307,56			
		Sez.6-7 1:2x(32,09+13,33)x2	45,42			
		330,14	330,14			
			Sommano MC	1.551,78	28,37	44.024,00
		Esecuzione di rilevati o riempimenti, a strati non inferiori a 20cm cad, eseguiti con mezzi meccanici, compresa rullatura				
		1551,78	1.551,78			
			Sommano MC	1.551,78	9,54	14.803,98
	<b>Totale Terre armate</b>		Euro	<b>131.158,83</b>		
6	47.008.080	<b>Sentieri</b>				
		Costruzione di viminata viva, costituita da due paletti di castagno, a metro lineare, del diametro di 8 - 10 cm, lunghezza minima di 1,00 m infissi nel terreno per almeno 70 cm, posa in opera di intreccio formato da 4 - 5 pertichini di castagno del diame				
		2x80,00	160,00			
			Sommano m	160,00	36,38	5.820,80
	<b>Totale Sentieri</b>		Euro	<b>5.820,80</b>		
7	47.004.005.04 0	<b>Aree sosta</b>				
		Lavorazione del terreno: lavorazione del terreno con mezzo meccanico per una profondita' massima di 20 cm, compreso lo spargimento di concime esclusa la fornitura dello stesso.				
		21x3	63,00			
		12x3	36,00			
	Sommano m <sup>2</sup>	99,00	2,27	224,73		
8	47.004.010.00 5	Formazione di tappeto erboso monofito o polifito, mediante spandimento di sementi in ragione di 20 g/m <sup>2</sup> circa escluso la fornitura delle sementi, compreso livellamento e rastrellamento della terra, spandimento della semente, dell'ammendante e per superfici fino a 500 m <sup>2</sup>				
		21x3	63,00			
		12x3	36,00			
			Sommano m <sup>2</sup>	99,00	10,35	1.024,65

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
		<b>Totale Aree sosta</b>		Euro	<b>1.249,38</b>
		<b>IMPORTO LORDO LAVORI A MISURA</b>			<b>148.649,97</b>
		<i>Totale Parte d'Opera N. 1 - Opere di ingegneria naturalistica</i>		Euro	<b>148.649,97</b>

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
		<b>Parte d'opera N. 2 - Lavori in terra</b>			
		<b>LAVORI A MISURA</b>			
		<b>Viminate e fascinate</b>			
9	30.002.030.01 0.05	Scavo di fondazione a sezione ristretta o a pozzo anche per condotte in genere in terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto o bagnato, esclusa la roccia dura da martellone e da mina compreso gli eventuali trovanti di volume non sup Per nuove costruzioni e/o manutenzioni e/o restauro eseguito interamente a mano, sino ad una profondità' di 2 m dal piano di sbancamento o di campagna 27x0,60x1,00 10x0,60x1,00	16,20 6,00		
		Sommano m <sup>3</sup>	22,20	166,08	3.686,98
		<b>Totale Viminate e fascinate</b>		Euro	<b>3.686,98</b>
		<b>Tubo in PVC ø 400 mm</b>			
10	30.002.030.01 0.20	Scavo di fondazione a sezione ristretta o a pozzo anche per condotte in genere in terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto o bagnato, esclusa la roccia dura da martellone e da mina compreso gli eventuali trovanti di volume non sup Per nuove costruzioni e/o manutenzioni e/o restauro eseguito con microescavatore del peso sino a 2 t., fino alla profondità' di 2 m 40x(1,00x1,00)	40,00		
		Sommano m <sup>3</sup>	40,00	49,87	1.994,80
		<b>Totale Tubo in PVC ø 400 mm</b>		Euro	<b>1.994,80</b>
		<b>Canalette in CLS prefabbricate</b>			
11	30.002.030.01 0.20	Scavo di fondazione a sezione ristretta o a pozzo anche per condotte in genere in terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto o bagnato, esclusa la roccia dura da martellone e da mina compreso gli eventuali trovanti di volume non sup Per nuove costruzioni e/o manutenzioni e/o restauro eseguito con microescavatore del peso sino a 2 t., fino alla profondità' di 2 m 15x(0,80x1,00)	12,00		
		Sommano m <sup>3</sup>	12,00	49,87	598,44
		<b>Totale Canalette in CLS prefabbricate</b>		Euro	<b>598,44</b>
		<b>Sentieri</b>			

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
12	30.001.010.01 5.10	Scavo di sbancamento eseguito in terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto o bagnato, esclusa la roccia dura da martellone e da mina, compreso gli eventuali trovanti di volume non superiore a 0,200 m <sup>3</sup> ognuno, l'eventuale formazion Per ristrutturazioni totali e/o manutenzioni e/o restauri: eseguito con mezzo meccanico del peso sino a 5 t. 80x2,00x0,50	80,00		
		Sommano m <sup>3</sup>	80,00	35,99	2.879,20
		<b>Totale Sentieri</b>		Euro	<b>2.879,20</b>
13	30.001.010.01 5.10	<b>Aree sosta</b> Scavo di sbancamento eseguito in terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto o bagnato, esclusa la roccia dura da martellone e da mina, compreso gli eventuali trovanti di volume non superiore a 0,200 m <sup>3</sup> ognuno, l'eventuale formazion Per ristrutturazioni totali e/o manutenzioni e/o restauri: eseguito con mezzo meccanico del peso sino a 5 t. 21x3x0,50 12x3x0,50	31,50 18,00		
		Sommano m <sup>3</sup>	49,50	35,99	1.781,51
		<b>Totale Aree sosta</b>		Euro	<b>1.781,51</b>
		<b>IMPORTO LORDO LAVORI A MISURA</b>			<b>10.940,93</b>
		<b>Totale Parte d'opera N. 2 - Lavori in terra</b>		Euro	<b>10.940,93</b>

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
		<b>Parte d'opera N. 3 - Opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica</b>			
		<b>LAVORI A MISURA</b>			
		<b>Tubo in PVC ø 400 mm</b>			
14	32.003.010.01 0.05	Provvista e posa in opera di conglomerato cementizio per opere di sottofondazione e riempimento, impastato con betoniera da 250 litri, escluse eventuali casseforme. Per ristrutturazioni totali in cantieri accessibili con motrici: senza ausilio di mezzi meccanici, dosato a 200 kg di cemento tipo 32.5 60x0,80x0,10	4,80		
		Sommano m <sup>3</sup>	4,80	206,99	993,55
15	11.002.025.035	Tubi di PVC SN8 in barre da 5,0 o 6,0 m, completi di bicchiere e anello di tenuta UNI EN 1401 per scarichi interrati civili e industriali del diametro di: 400 mm, spessore 11,7 mm 60,00	60,00		
		Sommano m	60,00	46,63	2.797,80
16	46.004.060.00 5.10	Solo posa in opera di tubazioni di pvc per fognature stradali, posto in opera su massetto di calcestruzzo, questo escluso, compresa la sigillatura dei giunti con apposito sigillante, escluso scavo, rinfianco e reinterro. Gli eventuali pezzi speciali saran per lavori di nuova costruzione del diametro di: da 315 a 400 mm 60,00	60,00		
		Sommano m	60,00	16,97	1.018,20
		<b>Totale Tubo in PVC ø 400 mm</b>		Euro	<b>4.809,55</b>
17	21.004.060.07 5	<b>Canalette in CLS prefabbricate</b> Canalette di cemento rinforzato con fibra di vetro e sabbia di quarzo, con armatura interna conforme alla normativa EN 1433, resistente al gelo, sali sciolti, ghiaccio, complete di sistema di chiusura automatico a scatto classe di carico da A15 a F900 (ti 1000x390x415 mm senza pendenza (peso Kg 157 circa) 9,0+6,00	15,00		
		Sommano nr	15,00	150,11	2.251,65
18	46.007.015.00 5.15	Solo posa in opera di canalette prefabbricate di calcestruzzo escluso lo scavo, comprese testate cieche e/o di scarico, massetto di sottofondo, il rinfianco e la sigillatura per lavori: in cantieri attrezzati di nuova costruzione ristrutturazione e/o manutenzione con elementi			

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
19	32.003.010.01 0.05	del peso di: oltre 100 fino a 200 kg/m 9,00+6,00	15,00		
		Sommano m	15,00	61,86	927,90
		Provvista e posa in opera di conglomerato cementizio per opere di sottofondazione e riempimento, impastato con betoniera da 250 litri, escluse eventuali casseforme. Per ristrutturazioni totali in cantieri accessibili con motrici: senza ausilio di mezzi meccanici, dosato a 200 kg di cemento tipo 32.5 15,00x0,80x0,10	1,20		
		Sommano m <sup>3</sup>	1,20	206,99	248,39
<b>Totale Canalette in CLS prefabbricate</b>				Euro	<b>3.427,94</b>
20	21.008.060.03 0.25	<b>Pozzetti</b> Griglie con telaio in fusione di ghisa a grafite sferoidale, norme UNI EN124. Classe C 250, carico di rottura 250 KN, telaio e griglia piana a forma quadra, tipo libero delle dimensioni di: lato telaio 523 mm, lato griglia 500 mm 3	3,00		
		Sommano nr	3,00	133,20	399,60
21	46.004.090.00 5.15	Solo posa in opera di chiusini e caditoie in fusione di ghisa a grafite lamellare o sferoidale, compreso telaio convenientemente fissato alla muratura del pozzetto con malta cementizia additivata del peso di: (per i materiali vedi cap. 21) per lavori di ristrutturazione e nuova costruzione in cantieri attrezzati oltre 50 fino a 75 Kg 3	3,00		
		Sommano nr	3,00	112,89	338,67
22	32.003.010.01 0.05	Provvista e posa in opera di conglomerato cementizio per opere di sottofondazione e riempimento, impastato con betoniera da 250 litri, escluse eventuali casseforme. Per ristrutturazioni totali in cantieri accessibili con motrici: senza ausilio di mezzi meccanici, dosato a 200 kg di cemento tipo 32.5 3x(1,20x1,20x0,10)	0,43		
		Sommano m <sup>3</sup>	0,43	206,99	89,01
		<b>Totale Pozzetti</b>		Euro	<b>827,28</b>
23	PA.02	<b>Pannelli drenanti</b> Fornitura e posa in opera di pannello drenante sintetico (ad alte prestazioni idrauliche/meccaniche), tipo GABBIONDREN per			

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
		<p>l'utilizzo in terreni limosi argillosi, costituito da una rete metallica a doppia torsione avente maglia esagonale 8x10 e filo Ø 2,7 mm, rivestita internamente in lega di Zinco-Alluminio (5%), conformi alle normative UNI EN 10223-3, UNI EN 10218, UNI EN 10244 Classe A, in accordo con le "Linee guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.. Compreso il rivestimento interno con filtro separatore in geotessile in base alle specifiche evidenze granulometriche e di filtrazione del terreno e porometria controllata. Il nucleo drenante sarà costituito da trucioli di polistirolo vergine, imputrescibile ed inerte chimicamente all'acqua con densità minima 15 kg/m³. Comprese operazioni di assemblaggio e legatura dei pannelli, guaina in LDPE m 0,9 e tutto quanto occorre per dare il lavoro finito a regola d'arte. Dimensioni 2x0,3x1 m con caratteristiche di permeabilità e filtrazione indicate nel c.s.a..Esclusi scavi, reinterri ed eventuali smaltimenti</p> <p>20,00+36,00+22,00+13,00+6,00+5,00+3,00</p>	105,00		
		Sommano M	105,00	106,60	11.193,00
24	46.004.075.01 0	<p>Solo posa in opera di pozzetti di cls compreso intonaco interno a tenuta d'acqua escluso scavo, eventuale getto di calcestruzzo per rinfiacco e piano di posa, per pozzetti delle dimensioni di: (per i materiali vedi cap. 21) 50x50 e 60x60 cm</p> <p>3</p>	3,00		
		Sommano nr	3,00	75,69	227,07
25	21.004.005.02 0	<p>Pozzetti prefabbricati di calcestruzzo non armati delle dimensioni interne di: 60x60x60 cm</p> <p>3</p>	3,00		
		Sommano nr	3,00	36,36	109,08
		<b>Totale Pannelli drenanti</b>		Euro	<b>11.529,15</b>
26	11.002.030.040	<p><b>Tubo in PVC ø 200 mm</b></p> <p>Tubi di PVC SN4 in barre da 5,0 o 6,0 m, completi di bicchiere e anello di tenuta (UNI EN1401), per scarichi interrati civili e industriali, del diametro di: 200 mm spessore 4,9 mm</p> <p>80</p>	80,00		
		Sommano m	80,00	9,37	749,60

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
27	46.004.060.00 5.05	Solo posa in opera di tubazioni di pvc per fognature stradali, posto in opera su massetto di calcestruzzo, questo escluso, compresa la sigillatura dei giunti con apposito sigillante, escluso scavo, rinfianco e reinterro. Gli eventuali pezzi speciali saranno per lavori di nuova costruzione del diametro di: fino a 250 mm 80	80,00		
		Sommano m	80,00	14,58	1.166,40
28	32.003.010.01 0.05	Provvista e posa in opera di conglomerato cementizio per opere di sottofondazione e riempimento, impastato con betoniera da 250 litri, escluse eventuali casseforme. Per ristrutturazioni totali in cantieri accessibili con motrici: senza ausilio di mezzi meccanici, dosato a 200 kg di cemento tipo 32.5 80x0,40x0,10	3,20		
		Sommano m <sup>3</sup>	3,20	206,99	662,37
		<b>Totale Tubo in PVC ø 200 mm</b>		Euro	<b>2.578,37</b>
		<b>IMPORTO LORDO LAVORI A MISURA</b>			<b>23.172,29</b>
		<i>Totale Parte d'opera N. 3 - Opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica</i>		Euro	<b>23.172,29</b>

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
		<b>Parte d'opera N. 4 - Lavori stradali</b>			
		<b>LAVORI A MISURA</b>			
		<b>Tubo in PVC ø 400 mm</b>			
29	46.002.030.00 5.05	Provvista e posa in opera di tappeto in conglomerato bituminoso chiuso, eseguito con materiali rispondenti alle norme C.N.R. e secondo le dosature prescritte dal capitolato speciale delle opere pubbliche, compreso la pulizia a fondo del piano di p per lavori eseguiti fuori dei centri urbani misurato in opera per strato di usura dello spessore minimo, finito e compresso, di 3 cm 15x2,00	30,00		
		Sommano m <sup>2</sup>	30,00	11,19	335,70
		<b>Totale Tubo in PVC ø 400 mm</b>		Euro	<b>335,70</b>
		<b>Sentieri</b>			
30	47.007.050	Provvista, spandimento e livellamento con rastrello di ghiaietto di frantoio, da 10-20 mm, in strato di spessore medio di 3 cm 80,00x2,00	160,00		
		Sommano m <sup>2</sup>	160,00	8,43	1.348,80
		<b>Totale Sentieri</b>		Euro	<b>1.348,80</b>
		<b>Ripristino scaletta</b>			
31	32.001.060.01 0	Provvista e posa in opera di casseforme di legname o pannelli per strutture sottili, inferiori a 12 cm, rampe di scale, poggioni, cornici, gronde, cornicioni e strutture simili, compreso disarmo e pulizia del legname: per nuove costruzioni in cantieri accessibili con motrici 5,00x2,00 2x2x5,00x1,10 1,60x0,17x8 2x(2,00+0,20)x2,00 2x(2,00+0,20)x1,00	10,00 22,00 2,18 8,80 4,40		
		Sommano m <sup>2</sup>	47,38	75,21	3.563,45
32	27.002.010.01 5.05	Conglomerato cementizio a prestazione garantita per impieghi strutturali, misurato in opera compattato e rifinito per lavori di nuova costruzione o ristrutturazione totale, consistenza S4 Classe di esposizione X C2 (bagnato raramente asciutto), classe di resistenza: Rck 30 N/mm <sup>2</sup> 5,00x2,00x0,12 2x2x5,00x1,10x0,12 1,60x0,17x8 2x(2,00x0,20)x2,00	1,20 2,64 2,18 1,60		

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
		2x(2,00x0,20)x1,00	0,80		
		Sommano m <sup>3</sup>	8,42	107,59	905,91
33	32.003.080.01 0	Solo posa in opera di conglomerato cementizio, per strutture armate in elevazione quali travi, pilastri, solette piene, compresi eventuali oneri per accelerazione di maturazione, compresa la vibratura, con l'ausilio di mezzi meccanici di so Per nuove costruzioni in cantieri accessibili con motrice 8,42	8,42		
		Sommano m <sup>3</sup>	8,42	54,90	462,26
34	32.002.010.01 0.10	Fornitura, lavorazione e posa in opera di acciaio per cemento armato, inclusi gli sfridi di lavorazione, per cantieri accessibili con motrice: per strutture di nuova costruzione: acciaio ad aderenza migliorata, controllato in stabilimento, B 450 a (ex FE B 44 K) 8,42x110	926,20		
		Sommano Kg	926,20	2,02	1.870,92
35	46.002.040.01 0	Solo posa in opera di accoltellato di mattoni pieni, posti in opera su letto di sabbia di fiume dello spessore di 10 cm, compresa la sabbia per la sigillatura delle connessure e adeguata battitura sino a completo assestamento: (per i m per interventi di manutenzione per quantità' comprese tra 5 e 10 m <sup>2</sup> 4,00x1,70	6,80		
		Sommano m <sup>2</sup>	6,80	96,93	659,12
36	46.002.040.02 0	Solo posa in opera di accoltellato di mattoni pieni, posti in opera su letto di sabbia di fiume dello spessore di 10 cm, compresa la sabbia per la sigillatura delle connessure e adeguata battitura sino a completo assestamento: (per i m sovrapprezzo per posa di accoltellato di mattoni con sabbia miscelata a cemento in ragione di 100 kg a m <sup>3</sup> di sabbia. 4,00x1,70	6,80		
		Sommano m <sup>2</sup>	6,80	8,75	59,50
37	06.001.020	Pieni da 24x12x6 cm (cento mattoni) (4x1,70):(0,24x0,06) 472,22:100	472,22 4,72		
		Sommano nr	4,72	30,49	143,91
38	PA.05	Demolizione scala metallica 1,00	1		
		Sommano cad.	1	1.000,01	1.000,01
		<b>Totale Ripristino scaletta</b>		Euro	<b>8.665,08</b>

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
39	43.001.020.00 5	<b>Ringhiera</b> Ringhiera di profilato scatolato dello spessore di 3 mm, composta da un passamano, una o due traverse con montanti delle stesse dimensioni del passamano, del peso da 15 a 20 kg/m <sup>2</sup> , comprese le necessarie rilevazioni, resa franco officina. per tratti rettilinei Sviluppo (32,00+36,00+23,00+17,00+14,00)x1,00x20,00	2.440,00		
		Sommano Kg	2.440,00	4,27	10.418,80
40	43.002.010.01 0	Solo posa in opera di strutture metalliche quali ringhiere, cancellate, telai, ecc. in piano o in monta, compreso il trasporto da officina a cantiere, lo scarico, il sollevamento ai piani di posa e tutte le prestazioni di carattere murario occorrente fino a 20 kg/m <sup>2</sup> posti in opera in piano Sviluppo (32,00+36,00+23,00+17,00+14,00)x1,00x20,00	2.440,00		
		Sommano Kg	2.440,00	1,56	3.806,40
41	27.002.020.01 5	Conglomerato cementizio composto da 0,500 m <sup>3</sup> di sabbia di fiume a 0,9 m <sup>3</sup> di pietrisco del diametro massimo di 30 mm, confezionato in cantiere con betoniera da 0,250 m <sup>3</sup> Classe X 0 Rck25N/mm <sup>2</sup> (32,0+36,0+23,0+17,0+14,0)x0,30x0,50	18,30		
		Sommano m <sup>3</sup>	18,30	212,38	3.886,55
42	32.001.020.00 5.20	Provvista e posa in opera di casseforme di legname o pannelli, compresi gli oneri di esecuzione a campioni e/o di ripresa in armatura in funzione delle fasi di getto, compreso disarmo e pulizia del legname: per nuove costruzioni e ristrutturazioni totali per cantieri accessibili con motrice per strutture di fondazione 2x(32+36+23+17+14)x0,50 5x2x0,50x0,30	122,00 1,50		
		Sommano m <sup>2</sup>	123,50	37,49	4.630,02
43	44.012.030.06 0	Applicazione di una ripresa di antiruggine su ringhiere e manufatti di ferro in genere a struttura semplice e lineare, valutata vuoto per pieno, misurata una sola volta con: antiruggine idrosolubile (32,00+36,00+23,00+17,00+14,00)x1,00	122,00		
		Sommano m <sup>2</sup>	122,00	10,38	1.266,36
44	44.013.010.02 0.30	Coloritura di superfici metalliche già preparate e trattate con antiruggine, esclusi i ponteggi per la lavorazione oltre i 4,00 m di altezza. Per ogni ripresa su ringhiere e manufatti di ferro			

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
		in genere a struttura semplice e lineare, valutata vuoto per pieno, misurata una volta sola, eseguita con: idrosmalto satinato (32,00+36,00+23,00+17,00+14,00)x1,00	122,00		
		Sommano m <sup>2</sup>	122,00	9,58	1.168,76
		<b>Totale Ringhiera</b>		Euro	<b>25.176,89</b>
		<b>IMPORTO LORDO LAVORI A MISURA</b>			<b>35.526,47</b>
		<b>Totale Parte d'opera N. 4 - Lavori stradali</b>		Euro	<b>35.526,47</b>
		<b>TOTALE PROGRESSIVO</b>		Euro	<b>218.289,66</b>
		Lavori in economia			15.169,41
		<i>Sommano</i>		Euro	15.169,41
		<i>Sommano</i>			<b>233.459,07</b>
		<i>Sommano</i>			<b>233.459,07</b>
		<i>Sommano</i>		Euro	<b>233.459,07</b>
		<b>IMPORTO COMPLESSIVO</b>		Euro	<b>233.459,07</b>

01	11/2015	PRIMA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

# COMUNE DI GENOVA



## AREA TECNICA

Direttore Generale Area Arch. Laura PETACCHI

## DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

Direttore Arch. Mirco GRASSI

## STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA

Responsabile Geol. Giorgio GRASSANO

Committente PARCHI E VERDE - OPERE PUBBLICHE 3

Progetto 11.01.00

CAPO PROGETTO Geol. Giuseppe CAGGIA

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO Arch. Ines MARASSO

Progetto GEOTECNICO - IDROGEOLOGICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Geol. Giuseppe Caggia  
Geol. Antonietta Franzè  
Geom. Enrico Ballarino

Rilievi  
 Responsabile F.D.T. Geom. Ivano Bareggi  
 Collaboratori F.S.T. Geom. Bartolomeo Caviglia  
I.S.T. Dott. Matteo Previtera

Progetto IDRAULICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Ing. Marianna Reggio

Coordinatore per la Sicurezza (in fase di Progettazione) I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Progetto STRUTTURALE  
 Responsabile ---  
 Collaboratori ---

Verifica accessibilità

Computi metrici e Capitolato F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Altro (Progetto prevenzione incendi)

Altro (Progetto aspetti vegetazionali)

Intervento/Opera  
 Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S.Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina

Municipio Centro Est I

Quartiere Oregina 11

N° prog. tav. N° tot. tav.

Oggetto della tavola  
 Elenco Prezzi Unitari

Scala Data  
 Novembre 2015

Livello Progettazione ESECUTIVO GEOTECNICO

Codice GULP 13937 Codice PROGETTAZIONE 11.01.00 Codice OPERA Codice ARCHIVIO

Tavola N°  
**Da05**  
**E-G\_Tec**



**COMUNE DI GENOVA**  
**Area Tecnica - Direzione Lavori Pubblici**  
**Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia**

**LAVORI**

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in  
corrispondenza dei Giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

**ELENCO PREZZI UNITARI**

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei Giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario
1	<b>06.001.020</b>	Pieni da 24x12x6 cm (cento mattoni) [Euro trenta e quarantanove centesimi]	nr	€ 30,49
2	<b>11.002.025.035</b>	Tubi di PVC SN8 in barre da 5,0 o 6,0 m, completi di bicchiere e anello di tenuta UNI EN 1401 per scarichi interrati civili e industriali del diametro di: 400 mm, spessore 11,7 mm [Euro quarantasei e sessantatre centesimi]	m	€ 46,63
3	<b>11.002.030.040</b>	Tubi di PVC SN4 in barre da 5,0 o 6,0 m, completi di bicchiere e anello di tenuta (UNI EN1401), per scarichi interrati civili e industriali, del diametro di: 200 mm spessore 4,9 mm [Euro nove e trentasette centesimi]	m	€ 9,37
4	<b>21.004.005.020</b>	Pozzetti prefabbricati di calcestruzzo non armati delle dimensioni interne di: 60x60x60 cm [Euro trentasei e trentasei centesimi]	nr	€ 36,36
5	<b>21.004.060.075</b>	Canalette di cemento rinforzato con fibra di vetro e sabbia di quarzo, con armatura interna conforme alla normativa EN 1433, resistente al gelo, sali sciolti, ghiaccio, complete di sistema di chiusura automatico a scatto classe di carico da A15 a F900 (ti 1000x390x415 mm senza pendenza (peso Kg 157 circa) [Euro centocinquanta e undici centesimi]	nr	€ 150,11
6	<b>21.008.060.030.25</b>	Griglie con telaio in fusione di ghisa a grafite sferoidale, norme UNI EN124. Classe C 250, carico di rottura 250 KN, telaio e griglia piana a forma quadra, tipo libero delle dimensioni di: lato telaio 523 mm, lato griglia 500 mm [Euro centotrentatre e venti centesimi]	nr	€ 133,20
7	<b>27.002.010.015.05</b>	Conglomerato cementizio a prestazione garantita per impieghi strutturali, misurato in opera compattato e rifinito per lavori di nuova costruzione o ristrutturazione totale, consistenza S4 Classe di esposizione X C2 (bagnato raramente asciutto), classe di resistenza: Rck 30 N/mm <sup>2</sup> [Euro centosette e cinquantanove centesimi]	m <sup>3</sup>	€ 107,59
8	<b>27.002.020.015</b>	Conglomerato cementizio composto da 0,500 m <sup>3</sup> di sabbia di fiume a 0,9 m <sup>3</sup> di pietrisco del diametro massimo di 30 mm, confezionato in cantiere con betoniera da 0,250 m <sup>3</sup> Classe X 0 Rck25N/mm <sup>2</sup> [Euro duecentododici e trentotto centesimi]	m <sup>3</sup>	€ 212,38
9	<b>30.001.010.015.10</b>	Scavo di sbancamento eseguito in terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto o bagnato, esclusa la roccia dura da martellone e da mina, compreso gli eventuali trovanti di volume non superiore a 0,200 m <sup>3</sup> ognuno, l'eventuale formazion Per ristrutturazioni totali e/o manutenzioni e/o restauri:		

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei Giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario
10	<b>30.002.030.010.05</b>	Per ristrutturazioni totali e/o manutenzioni e/o restauri: eseguito con mezzo meccanico del peso sino a 5 t. <b>[Euro trentacinque e novantanove centesimi]</b>	m <sup>3</sup>	<b>€ 35,99</b>
11	<b>30.002.030.010.20</b>	Scavo di fondazione a sezione ristretta o a pozzo anche per condotte in genere in terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto o bagnato, esclusa la roccia dura da martellone e da mina compreso gli eventuali trovanti di volume non sup Per nuove costruzioni e/o manutenzioni e/o restauro eseguito interamente a mano, sino ad una profondità' di 2 m dal piano di sbancamento o di campagna <b>[Euro centosessantasei e otto centesimi]</b>	m <sup>3</sup>	<b>€ 166,08</b>
12	<b>32.001.020.005.20</b>	Scavo di fondazione a sezione ristretta o a pozzo anche per condotte in genere in terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto o bagnato, esclusa la roccia dura da martellone e da mina compreso gli eventuali trovanti di volume non sup Per nuove costruzioni e/o manutenzioni e/o restauro eseguito con microescavatore del peso sino a 2 t., fino alla profondità' di 2 m <b>[Euro quarantanove e ottantasette centesimi]</b>	m <sup>3</sup>	<b>€ 49,87</b>
13	<b>32.001.060.010</b>	Provvista e posa in opera di casseforme di legname o pannelli, compresi gli oneri di esecuzione a campioni e/o di ripresa in armatura in funzione delle fasi di getto, compreso disarmo e pulizia del legname: per nuove costruzioni e ristrutturazioni totali per cantieri accessibili con motrice per strutture di fondazione <b>[Euro trentasette e quarantanove centesimi]</b>	m <sup>2</sup>	<b>€ 37,49</b>
14	<b>32.002.010.010.10</b>	Provvista e posa in opera di casseforme di legname o pannelli per strutture sottili, inferiori a 12 cm, rampe di scale, poggiori, cornici, gronde, cornicioni e strutture simili, compreso disarmo e pulizia del legname: per nuove costruzioni in cantieri accessibili con motrici <b>[Euro settantacinque e ventuno centesimi]</b>	m <sup>2</sup>	<b>€ 75,21</b>
15	<b>32.003.010.010.05</b>	Fornitura, lavorazione e posa in opera di acciaio per cemento armato, inclusi gli sfridi di lavorazione, per cantieri accessibili con motrice: per strutture di nuova costruzione: acciaio ad aderenza migliorata, controllato in stabilimento, B 450 a (ex FE B 44 K) <b>[Euro due e due centesimi]</b>	Kg	<b>€ 2,02</b>
15	<b>32.003.010.010.05</b>	Provvista e posa in opera di conglomerato cementizio per opere di sottofondazione e riempimento, impastato con betoniera da 250 litri, escluse eventuali casseforme. Per ristrutturazioni totali in cantieri accessibili con motrici: senza ausilio di mezzi meccanici, dosato a 200 kg di cemento tipo 32.5 <b>[Euro duecentosei e novantanove centesimi]</b>	m <sup>3</sup>	<b>€ 206,99</b>

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei Giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario
16	<b>32.003.080.010</b>	Solo posa in opera di conglomerato cementizio, per strutture armate in elevazione quali travi, pilastri, solette piene, compresi eventuali oneri per accelerazione di maturazione, compresa la vibratura, con l'ausilio di mezzi meccanici di so Per nuove costruzioni in cantieri accessibili con motrice <b>[Euro cinquantaquattro e novanta centesimi]</b>	m <sup>3</sup>	<b>€ 54,90</b>
17	<b>43.001.020.005</b>	Ringhiera di profilato scatolato dello spessore di 3 mm, composta da un passamano, una o due traverse con montanti delle stesse dimensioni del passamano, del peso da 15 a 20 kg/m <sup>2</sup> , comprese le necessarie rilevazioni, resa franco officina. per tratti rettilinei <b>[Euro quattro e ventisette centesimi]</b>	Kg	<b>€ 4,27</b>
18	<b>43.002.010.010</b>	Solo posa in opera di strutture metalliche quali ringhiere, cancellate, telai, ecc. in piano o in monta, compreso il trasporto da officina a cantiere, lo scarico, il sollevamento ai piani di posa e tutte le prestazioni di carattere murario occorrente fino a 20 kg/m <sup>2</sup> posti in opera in piano <b>[Euro uno e cinquantasei centesimi]</b>	Kg	<b>€ 1,56</b>
19	<b>44.012.030.060</b>	Applicazione di una ripresa di antiruggine su ringhiere e manufatti di ferro in genere a struttura semplice e lineare, valutata vuoto per pieno, misurata una sola volta con: antiruggine idrosolubile <b>[Euro dieci e trentotto centesimi]</b>	m <sup>2</sup>	<b>€ 10,38</b>
20	<b>44.013.010.020.30</b>	Coloritura di superfici metalliche già preparate e trattate con antiruggine, esclusi i ponteggi per la lavorazione oltre i 4,00 m di altezza. Per ogni ripresa su ringhiere e manufatti di ferro in genere a struttura semplice e lineare, valutata vuoto per pieno, misurata una volta sola, eseguita con: idrosmalto satinato <b>[Euro nove e cinquantotto centesimi]</b>	m <sup>2</sup>	<b>€ 9,58</b>
21	<b>46.002.030.005.05</b>	Provvista e posa in opera di tappeto in conglomerato bituminoso chiuso, eseguito con materiali rispondenti alle norme C.N.R. e secondo le dosature prescritte dal capitolato speciale delle opere pubbliche, compreso la pulizia a fondo del piano di p per lavori eseguiti fuori dei centri urbani misurato in opera per strato di usura dello spessore minimo, finito e compresso, di 3 cm <b>[Euro undici e diciannove centesimi]</b>	m <sup>2</sup>	<b>€ 11,19</b>
22	<b>46.002.040.010</b>	Solo posa in opera di accollato di mattoni pieni, posti in opera su letto di sabbia di fiume dello spessore di 10 cm, compresa la sabbia per la sigillatura delle connessioni e adeguata battitura sino a completo assestamento: (per i m per interventi di manutenzione per quantità comprese tra 5 e 10 m <sup>2</sup> ) <b>[Euro novantasei e novantatre centesimi]</b>	m <sup>2</sup>	<b>€ 96,93</b>

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei Giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario
23	<b>46.002.040.020</b>	Solo posa in opera di accollato di mattoni pieni, posti in opera su letto di sabbia di fiume dello spessore di 10 cm, compresa la sabbia per la sigillatura delle connessioni e adeguata battitura sino a completo assestamento: (per i m sovrapprezzo per posa di accollato di mattoni con sabbia miscelata a cemento in ragione di 100 kg a m <sup>3</sup> di sabbia. [Euro otto e settantacinque centesimi]	m <sup>2</sup>	€ 8,75
24	<b>46.004.060.005.05</b>	Solo posa in opera di tubazioni di pvc per fognature stradali, posto in opera su massetto di calcestruzzo, questo escluso, compresa la sigillatura dei giunti con apposito sigillante, escluso scavo, rinfianco e reinterro. Gli eventuali pezzi speciali saranno per lavori di nuova costruzione del diametro di: fino a 250 mm [Euro quattordici e cinquantotto centesimi]	m	€ 14,58
25	<b>46.004.060.005.10</b>	Solo posa in opera di tubazioni di pvc per fognature stradali, posto in opera su massetto di calcestruzzo, questo escluso, compresa la sigillatura dei giunti con apposito sigillante, escluso scavo, rinfianco e reinterro. Gli eventuali pezzi speciali saranno per lavori di nuova costruzione del diametro di: da 315 a 400 mm [Euro sedici e novantasette centesimi]	m	€ 16,97
26	<b>46.004.075.010</b>	Solo posa in opera di pozzetti di cls compreso intonaco interno a tenuta d'acqua escluso scavo, eventuale getto di calcestruzzo per rinfianco e piano di posa, per pozzetti delle dimensioni di: (per i materiali vedi cap. 21) 50x50 e 60x60 cm [Euro settantacinque e sessantanove centesimi]	nr	€ 75,69
27	<b>46.004.090.005.15</b>	Solo posa in opera di chiusini e caditoie in fusione di ghisa a grafite lamellare o sferoidale, compreso telaio convenientemente fissato alla muratura del pozzetto con malta cementizia additivata del peso di: (per i materiali vedi cap. 21) per lavori di ristrutturazione e nuova costruzione in cantieri attrezzati oltre 50 fino a 75 Kg [Euro centododici e ottantanove centesimi]	nr	€ 112,89
28	<b>46.007.015.005.15</b>	Solo posa in opera di canalette prefabbricate di calcestruzzo escluso lo scavo, comprese testate cieche e/o di scarico, massetto di sottofondo, il rinfianco e la sigillatura per lavori: in cantieri attrezzati di nuova costruzione ristrutturazione e/o manutenzione con elementi del peso di: oltre 100 fino a 200 kg/m [Euro sessantuno e ottantasei centesimi]	m	€ 61,86
29	<b>47.004.005.040</b>	Lavorazione del terreno: lavorazione del terreno con mezzo meccanico per una profondità massima di 20 cm, compreso lo spargimento di concime esclusa la fornitura dello stesso. [Euro due e ventisette centesimi]	m <sup>2</sup>	€ 2,27

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei Giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario
30	<b>47.004.010.005</b>	Formazione di tappeto erboso monofito o polifito, mediante spandimento di sementi in ragione di 20 g/m <sup>2</sup> circa escluso la fornitura delle sementi, compreso livellamento e rastrellamento della terra, spandimento della semente, dell'ammendante e per superfici fino a 500 m <sup>2</sup> <b>[Euro dieci e trentacinque centesimi]</b>	m <sup>2</sup>	<b>€ 10,35</b>
31	<b>47.007.050</b>	Provvista, spandimento e livellamento con rastrello di ghiaietto di frantoio, da 10-20 mm, in strato di spessore medio di 3 cm <b>[Euro otto e quarantatre centesimi]</b>	m <sup>2</sup>	<b>€ 8,43</b>
32	<b>47.008.080</b>	Costruzione di viminata viva, costituita da due paletti di castagno, a metro lineare, del diametro di 8 - 10 cm, lunghezza minima di 1,00 m infissi nel terreno per almeno 70 cm, posa in opera di intreccio formato da 4 - 5 pertichini di castagno del diame <b>[Euro trentasei e trentotto centesimi]</b>	m	<b>€ 36,38</b>
33	<b>47.008.090.005</b>	Costruzione di fascinata, eseguita in scavo della sezione media pari a 40x40 cm, posa in opera di fascine composte da 5 - 8 verghe di salici o altre essenze equipollenti, fissate al terreno con picchetti di legno o verghe vive del diametro di 5 cm e dell interamente a mano <b>[Euro quarantasette e sessantasei centesimi]</b>	m	<b>€ 47,66</b>
34	<b>EC.01</b>	Lavori in economia <b>[Euro quindicimilacentosessantatane e quarantuno centesimi]</b>	cad.	<b>€ 15.169,41</b>
35	<b>PA.01</b>	Formazione di opere di sostegno in terra rinforzata con rinforzo 4,00 m, abbinando materiali di rinforzo di varia natura, con paramenti sul fronte esterno realizzati in modo da consentire la crescita delle piante. Con elementi preassemblati in rete metallica a doppia torsione: il paramento esterno (max 75°), elementi di armatura planari orizzontali, costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 550 N/mm <sup>2</sup> e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.20 mm , galvanizzato con lega eutettica di Zinco-Alluminio(5%)-Cerio-Lantanio conforme alla EN 10244 – Classe A e ASTM 856-98 con un quantitativo non inferiore a 230 g/mq. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale non inferiore a 0,5 mm, portando il diametro esterno ad almeno 3,20 mm. Ogni singolo elemento è provvisto di barrette di rinforzo in lega eutettica Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio e plasticate di diametro 3,00 mm, inserite all'interno della doppia torsione delle maglie, nella parte di rete che viene risvoltata in corrispondenza del		

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei Giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario
36	PA.02	<p>paramento. Il paramento in vista sarà provvisto inoltre di un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un ulteriore pannello di rete elettrosaldato con maglia 15x15 e diametro 8 mm e da un geocomposito antierosivo in fibra naturale. Il paramento sarà fissato con inclinazione a 70°, per mezzo di elementi a squadra realizzati in tondino metallico e preassemblati alla struttura. Gli elementi di rinforzo contigui, saranno posti in opera e legati tra loro con punti metallici meccanizzati in lega eutettica Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 kg/mq. A tergo del paramento esterno inclinato sarà posto del terreno vegetale, reperito in sito a seguito della preparazione della scarpata di lavoro, per uno spessore di almeno 30 cm e poi si provvederà alla stesa e compattazione del terreno per la formazione del rilevato strutturale; questa avverrà per strati di altezza pari a ca. 30 cm e per un totale pari alla distanza tra i teli di rinforzo. Terminata l'opera sarà necessario eseguire un'idrosemina a spessore in almeno due passaggi, contenente oltre alle sementi e al collante, quantità idonee di materia organica e mulch.</p> <p>Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. la documentazione di origine redatta secondo le indicazioni delle Linee Guida (12 maggio 2006) e rilasciata in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. Tale Ditta produttrice dovrà inoltre essere in certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9001:2000; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.</p> <p><b>[Euro centosettantasei e settantaquattro centesimi]</b></p> <p>Fornitura e posa in opera di pannello drenante sintetico (ad alte prestazioni idrauliche/meccaniche), tipo GABBIONDREN per l'utilizzo in terreni limosi argillosi, costituito da una rete metallica a doppia torsione avente maglia esagonale 8x10 e filo Ø 2,7 mm, rivestita internamente in lega di Zinco-Alluminio (5%), conformi alle normative UNI EN 10223-3, UNI EN 10218, UNI EN 10244 Classe A, in accordo con le "Linee guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.. Compreso il rivestimento interno con filtro separatore in geotessile in base alle specifiche evidenze granulometriche e di filtrazione del terreno e porometria controllata. Il nucleo drenante sarà costituito da trucioli di polistirolo vergine, imputrescibile ed inerte chimicamente all'acqua con densità minima 15 kg/m³. Comprese operazioni di assemblaggio e legatura dei pannelli, guaina in LDPE m 0,9 e tutto quanto occorre per dare il lavoro finito a regola d'arte. Dimensioni 2x0,3x1 m con caratteristiche di</p>	MQ	€ 176,74

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei Giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

N.	Codice	Descrizione	Unità di Misura	Prezzo unitario
37	<b>PA.03</b>	Dimensioni 2x0,3x1 m con caratteristiche di permeabilità e filtrazione indicate nel c.s.a..Esclusi scavi, reinterri ed eventuali smaltimenti <b>[Euro centosei e sessanta centesimi]</b>	M	<b>€ 106,60</b>
38	<b>PA.04</b>	Fornitura di terreno <b>[Euro ventotto e trentasette centesimi]</b>	MC	<b>€ 28,37</b>
39	<b>PA.05</b>	Esecuzione di rilevati o riempimenti, a strati non inferiori a 20cm cad, eseguiti con mezzi meccanici, compresa rullatura <b>[Euro nove e cinquantaquattro centesimi]</b>	MC	<b>€ 9,54</b>
39	<b>PA.05</b>	Demolizione scala metallica <b>[Euro mille e uno centesimo]</b>	cad.	<b>€ 1.000,01</b>

GENOVA 19/09/2016

02	08/2016	SECONDA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
01	11/2015	PRIMA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

# COMUNE DI GENOVA



## AREA TECNICA

Direttore Generale Area Arch. Laura PETACCHI

## DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

Direttore Arch. Mirco GRASSI

## STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA

Responsabile Geol. Giorgio GRASSANO

Committente PARCHI E VERDE - OPERE PUBBLICHE 3

Progetto 11.01.00

CAPO PROGETTO Geol. Giuseppe CAGGIA

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO Arch. Ines MARASSO

Progetto GEOTECNICO - IDROGEOLOGICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Geol. Giuseppe Caggia  
Geol. Antonietta Franzè  
Geom. Enrico Ballarino

Rilievi  
 Responsabile F.D.T. Geom. Ivano Bareggi  
 Collaboratori F.S.T. Geom. Bartolomeo Caviglia  
I.S.T. Dott. Matteo Previtera

Progetto IDRAULICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Ing. Marianna Reggio

Coordinatore per la Sicurezza (in fase di Progettazione) I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Progetto STRUTTURALE  
 Responsabile ---  
 Collaboratori ---

Verifica accessibilità

Computi metrici e Capitolato F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Altro (Progetto prevenzione incendi)

Altro (Progetto aspetti vegetazionali)

Intervento/Opera  
 Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S.Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina

Municipio Centro Est I

Quartiere Oregina 11

N° prog. tav. N° tot. tav.

Oggetto della tavola  
 Capitolato Speciale di Appalto

Scala Data  
 Agosto 2016

Tavola N°  
**Da07**  
**E-G\_Tec**

Livello Progettazione ESECUTIVO GEOTECNICO

Codice GULP 13937 Codice PROGETTAZIONE 11.01.00 Codice OPERA Codice ARCHIVIO

## **CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**

LAVORI DI :  
Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in  
corrispondenza dei giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

(A MISURA)

*MAX RIBASSO SU ELENCO PREZZI*

*Il redattore*

\_\_\_\_\_

*Il progettista*

\_\_\_\_\_

*Il Responsabile del Procedimento*

\_\_\_\_\_

Genova, li \_\_\_\_\_

## **PARTE PRIMA DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI**

### **Art. 1 Oggetto dell'appalto**

L'appalto, "a misura", consiste nell'esecuzione di tutti i lavori e forniture necessari per il completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei giardini di Via Casaccia a Genova Oregina.

Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto.

### **Art. 2 Definizione economica dell'appalto**

L'importo complessivo stimato dei lavori e delle forniture compresi nell'appalto ammonta a EURO 244.897,96 (diconsi Euro Duecentoquarantaquattromilaottocentonovantasette/96), come dal seguente prospetto:

	<b>Lavori a misura</b>		
A.1	Opere di ingegneria naturalistica	Euro	148.649,97
A.2	Opere fluviali di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica	Euro	23.172,28
A.3	Lavori in terra	Euro	10.940,93
A.4	Lavori stradali	Euro	35.526,48
<b>A</b>	<b>Totale lavori</b>	<b>Euro</b>	<b>218.289,66</b>
<b>B</b>	<b>Costi della sicurezza</b>	<b>Euro</b>	<b>11.438,89</b>
<b>C</b>	<b>Lavori in economia</b>	<b>Euro</b>	<b>15.169,41</b>
<b>C</b>	<b>Totale complessivo (A+B)</b>	<b>Euro</b>	<b>244.897,96</b>

Gli oneri di cui al precedente punto B sono stati determinati ai sensi dell'art. 4, dell'allegato XV, del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 ed ai sensi dell'art. 7, commi 2, 3 e 4, del D.P.R. 3 luglio 2003 n. 222 e individuano la parte del costo dell'opera da non assoggettare a ribasso nelle offerte delle imprese esecutrici.

L'ammontare del punto B rappresenta la stima dei costi della sicurezza e sarà liquidato analiticamente a misura sulla base di quanto effettivamente eseguito o sostenuto, rinunciando ad ogni pretesa per quello non attuato.

### Art. 3 Definizione tecnica dell'oggetto dell'appalto

Il contratto è stipulato "a misura" ai sensi ai sensi dell'art. 3, lettera eeeee), del codice,

Le opere, oggetto dell'appalto, sono così descritte:

L'intervento consta nel ripristino del versante e nella sistemazione dello stesso con la realizzazione di un giardino verde pubblico con particolare riguardo alla regimazione delle acque. Questo intervento si realizzerà impiegando la tecnica dell'ingegneria naturalistica delle terre rinforzate. La profilatura del versante verrà dunque realizzato attraverso una serie di gradoni, che permetteranno inoltre di creare un percorso "nel verde" con l'installazione di giochi per bambini.

A questo intervento sarà associato un' adeguata regimazione delle acque superficiali, con la realizzazione di canalette e griglie che favoriranno la raccolta ed il deflusso delle stesse. Inoltre a tergo dei gradoni delle terre rinforzate, verrà installato un pannello tipo Gabbiondren per drenare il terreno sottosuperficiale per evitare l'aumento delle pressioni interstiziali.

### Art. 4 Qualificazione

Ai fini della qualificazione dell'impresa, per l'esecuzione dei lavori di cui al presente capitolato, si specifica quanto segue:

<b>CATEGORIA</b>	<b>IMPORTO</b>	<b>%</b>
OG 13	€ 175.569,32	71,69 %
OG 3	€ 41.960,04	17,13 %
OG 8.....	€ 27.368,60	11,18 %
		<b>100,00 %</b>

*NOTA (Il totale delle categorie sopra indicate deve essere pari alla somma di A+B del prospetto di cui al precedente art. 2.)*

Ai soli fini del subappalto, si evidenziano le categorie, di importo inferiore al 10% dell'importo complessivo dei lavori o a 150.000 Euro, relative ad opere che l'appaltatore, qualora privo della capacità operativa per realizzarle e certificarle, dovrà subappaltare:

OS 1	€ 12.274,57	5,01 %
------	-------------	--------

### Art. 5 Interpretazione del progetto

In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.

### **Art. 6 Documenti che fanno parte del contratto**

Fanno parte integrante e sostanziale del contratto d'appalto, ancorché non materialmente allegati: il capitolato generale d'appalto approvato con D.M. 19 aprile 2000, n. 145, per quanto ancora in vigore;

il presente capitolato speciale d'appalto;  
tutti gli elaborati progettuali sotto elencati:

#### Relazioni

- 11.01.00-E-Gtec- R01 Relazione Tecnica
- 11.01.00-E-Gtec- R02 Relazione Geologica
- 11.01.00-E-Gtec- Allegato A\_ Risultanze Indagini Geognostiche
- 11.01.00-E-Gtec- Allegato B\_ Verifiche di stabilità stato di progetto

#### Tavole di progetto

- 11.01.00-E-Gtec-01 Planimetria Stato Attuale
- 11.01.00-E-Gtec-02 Planimetria Stato Progetto
- 11.01.00-E-Gtec-03 Sezioni Stato Attuale e Progetto
- 11.01.00-E-Gtec-04 Particolari Progettuali Tipologici
- 11.01.00-E-Gtec-05 Ubicazione delle opere a verde

#### Documentazione Amministrativa

- 11.01.00-E-Gtec-Da01 Piano di Sicurezza e Coordinamento
- 11.01.00-E-Gtec-Da01.b Analisi e valutazione dei rischi
- 11.01.00-E-Gtec-Da02 Fascicolo con le caratteristiche dell' opera
- 11.01.00-E-Gtec-Da03 Computo Metrico Estimativo
- 11.01.00-E-Gtec-Da04 Cronoprogramma
- 11.01.00-E-Gtec-Da05 Elenco Prezzi
- 11.01.00-E-Gtec-Da06 Quadro Incidenza Mano d'Opera
- 11.01.00-E-Gtec-Da07 Capitolato Speciale
- 11.01.00-E-Gtec-Da08 Quadro Economico

Sono esclusi dal contratto tutti gli elaborati progettuali diversi da quelli elencati al comma 1.

In particolare sono estranei ai rapporti negoziali:

i computi metrici;

i computi metrici estimativi;

le analisi prezzi;

i documenti di cui ai precedenti punti non si allegano avvalendosi del disposto di cui all'art. 99 del R.D. 23 maggio 1924 n. 827.

### **Art. 7 Disposizioni particolari riguardanti l'appalto**

La partecipazione alla gara d'appalto equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto, e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.

Come disposto all'art. 34 del codice circa i criteri di sostenibilità energetica e ambientale in riferimento ai "materiali" impiegati nella realizzazione delle opere, gli stessi dovranno rispondere ai requisiti di cui al punto 2.4 e relativi sub. (specifiche tecniche dei componenti edilizi), mentre in riferimento al "cantiere", dovranno essere rispettate le specifiche di cui al punto 2.5 e relativi sub. e punto 2.7.4 e relativi sub riferiti al DECRETO 24 dicembre 2015 "Adozione dei Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione e criteri ambientali minimi per le forniture di ausili per l'incontinenza" - (Allegato Tecnico 1) e pertanto il predetto decreto per le parti riferibili al presente appalto viene integralmente applicato.

### **Art. 8 Documentazione propedeutica per la consegna dei lavori**

L'Amministrazione potrà procedere, in caso di urgenza, alla consegna dei lavori sotto le riserve di legge di cui all'art. 32, comma 8 del codice, restando così inteso che l'appaltatore si obbliga ad accettare la consegna dei lavori anche nelle more della stipulazione del contratto; il direttore dei lavori indicherà espressamente sul verbale le lavorazioni da iniziare immediatamente.

All'atto della consegna dei lavori l'appaltatore dovrà aver già consegnato alla stazione appaltante la documentazione relativa ai piani di sicurezza previsti dal D.Lgs. n. 81 del 2008.

L'appaltatore deve trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia di inizio lavori effettuata agli enti previdenziali, assicurativi ed antinfortunistici, la Cassa Edile nonché quant'altro richiesto dalla Direzione dei Lavori o dal Responsabile del Procedimento in ordine alla normativa vigente ed agli obblighi di cui al presente capitolato speciale.

### **Art. 9 Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore**

Entro 15 giorni dalla data del verbale di consegna, e comunque prima dell'inizio effettivo dei lavori, l'appaltatore predispone e consegna alla direzione lavori un proprio programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa; tale programma deve riportare per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento deve essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dal ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione lavori si sia pronunciata il programma esecutivo dei lavori si intende accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

Il programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore può essere modificato o integrato dal Comune, mediante ordine di servizio emessi dal direttore dei lavori, ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:

- per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
- per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione committente;
- per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla Stazione appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Stazione appaltante;

per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;  
qualora sia richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'art. 92 del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato.

Qualora l'appaltatore non abbia ottemperato a quanto sopra entro 10 giorni dalla richiesta scritta della Direzione lavori, sarà applicata la stessa penale giornaliera prevista dallo schema di contratto per il ritardo sull'ultimazione dei lavori.

#### **Art. 10 Contabilizzazione dei lavori**

La contabilizzazione dei lavori sarà effettuata, ai sensi del D.P.R. 207/2010 " Titolo IX Capo I

#### **Art. 11 Contabilizzazione dei lavori in economia**

Per i lavori in economia verranno applicati i costi della mano d'opera desunti, per gli operai edili, dalla tabella periodica pubblicata dall'Associazione dei Costruttori Edili della Provincia di Genova, per gli operai metalmeccanici, dalla tabella periodica dell'Associazione Industriali della Provincia di Genova, per gli operai florovivaisti, dal prezzario regionale edito dall'Unione Regionale delle Camere di Commercio della Liguria, vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori, aumentati del 15% per spese generali e di un ulteriore 10% per utili dell'impresa, per una percentuale complessiva del 26,50%

Tali prezzi comprendono ogni spesa per fornire gli operai delle attrezzature di lavoro e dei dispositivi di protezione individuali di cui all'art. 18 comma 1 lett. d) del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, per il loro nolo e manutenzione, per l'assistenza e sorveglianza sul lavoro, per l'illuminazione del cantiere, per assicurazioni e contributi sociali ed assistenziali, per ferie ed assegni familiari e per ogni altro onere stabilito per legge a carico del datore di lavoro.

Ai sensi dell'art. 179 del D.P.R. 207/2010, i lavori in economia a termini di contratto, non danno luogo ad una valutazione a misura, ma sono inseriti nella contabilità secondo i prezzi di elenco per l'importo delle somministrazioni al netto del ribasso d'asta, per quanto riguarda i materiali. Per la mano d'opera, trasporti e noli, sono liquidati secondo le tariffe locali vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori incrementati di spese generali ed utili e con applicazione del ribasso d'asta esclusivamente su questi ultimi due addendi.

I prezzi dei materiali, dei trasporti e dei noli saranno desunti dal Prezzario Regione Liguria anno 2016 al lordo del ribasso offerto in sede di gara.

Dette prestazioni verranno inserite in contabilità nell'acconto immediatamente successivo la loro esecuzione e/o somministrazione.

#### **Art.12 Variazioni al progetto e al corrispettivo**

Qualora il Comune di Genova, richiedesse e ordinasse modifiche o varianti in corso d'opera, fermo restando il rispetto delle condizioni e della disciplina di cui all'art. 106 del D.Lgs. 50/2016, le stesse saranno concordate e successivamente liquidate ai prezzi di contratto, ma se comportano lavorazioni non previste o si debbono impiegare materiali per i quali non risulta fissato il prezzo contrattuale, si procederà alla formazione di "nuovi prezzi".

I "nuovi prezzi" delle lavorazioni o materiali si valutano:

- a) desumendoli dal prezzario di cui al precedente articolo 11 comma 4;
- b) ragguagliandoli a quelli di lavorazioni consimili compresi nel contratto;

c) quando sia impossibile l'assimilazione, ricavandoli totalmente o parzialmente da nuove regolari analisi. Le nuove analisi vanno effettuate con riferimento ai prezzi elementari di mano d'opera, materiali, noli e trasporti alla data di formulazione dell'offerta.

I nuovi prezzi sono determinati in contraddittorio tra il direttore dei lavori e l'esecutore, ed approvati dal responsabile del procedimento. Ove comportino maggiori spese rispetto alle somme previste nel quadro economico, essi sono approvati dalla stazione appaltante su proposta del responsabile del procedimento prima di essere ammessi nella contabilità dei lavori.

Se l'esecutore non accetta i nuovi prezzi così determinati e approvati, la stazione appaltante può ingiungergli l'esecuzione delle lavorazioni o la somministrazione dei materiali sulla base di detti prezzi, comunque ammessi nella contabilità; ove l'esecutore non iscriva riserva negli atti contabili, i prezzi si intendono definitivamente accettati.

### **Art. 13 Norme di sicurezza**

I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene.

L'appaltatore è obbligato a fornire alla Stazione appaltante, entro 30 giorni dall'aggiudicazione, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e una dichiarazione in merito al rispetto degli obblighi assicurativi e previdenziali previsti dalle leggi e dai contratti in vigore.

L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'art. 15 del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, nonché le disposizioni dello stesso decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere.

L'Amministrazione appaltante fornirà, ai sensi dell'art. 90 del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e, se necessario, il Piano Generale di Sicurezza, nonché il fascicolo informativo.

E' obbligo dell'impresa appaltatrice attenersi alle disposizioni del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 nonché a quelle impartite dal Coordinatore in materia di Sicurezza e di Salute durante la realizzazione dell'opera designato ai sensi del terzo comma dell'art. 90 del medesimo D.Lgs.; nel rispetto di tali norme i suddetti obblighi valgono anche per le eventuali imprese subappaltatrici.

In conformità al comma 5 dell'art. 100 D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, l'impresa appaltatrice può presentare, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, proposte di integrazione al Piano di Sicurezza e al Piano di Coordinamento, ove ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza. In nessun caso le eventuali integrazioni possono giustificare modifiche o adeguamento dei prezzi pattuiti.

Entro il medesimo termine di cui sopra, l'appaltatore deve redigere e consegnare alla Civica Amministrazione, il piano operativo di sicurezza (POS) per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Detto piano farà parte integrante del contratto di appalto.

Il direttore tecnico del cantiere (che dovrà risultare indicato anche sui cartelli di cantiere) è responsabile del rispetto dei piani di sicurezza da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.

Le imprese esecutrici devono comunque, nell'esecuzione dei lavori di qualsiasi genere, adottare tutti gli accorgimenti più idonei per garantire la tutela della salute e la sicurezza operai, delle persone addette ai lavori e dei terzi, nonché evitare danni ai beni pubblici e privati, secondo quanto disposto dalla vigente normativa.

Resta inteso che ogni più ampia responsabilità ricadrà sull'appaltatore, il quale dovrà pertanto provvedere ai risarcimenti del caso, manlevando la Civica Amministrazione, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori, da ogni responsabilità.

E' fatto obbligo all'impresa di lasciare il libero accesso al cantiere ed il passaggio nello stesso per l'attività di vigilanza ed il controllo dell'applicazione delle norme di legge e contrattuali sulla

prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro ai componenti del comitato paritetico territoriale costituito a norma del contratto nazionale del lavoro e del contratto integrativo per la circoscrizione territoriale della Provincia di Genova.

E' obbligo dell'impresa esecutrice presentare all'atto della consegna formale dei lavori una dichiarazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavori effettuate all'Inps, all'Inail e alla Cassa edile, nonché una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti.

L'Appaltatore medesimo deve fornire tempestivamente al coordinatore per la sicurezza nella fase esecutiva gli aggiornamenti alla documentazione di cui al comma 7, ogni volta che mutino le condizioni del cantiere, ovvero i processi lavorativi utilizzati.

### **Art. 14 Subappalto**

Onde consentire una corretta e tempestiva esecuzione dei lavori possibilmente senza interruzioni o sospensione degli stessi, ai fini del rilascio dell'autorizzazione entro i termini previsti dall'art. 105 comma 18, del codice, l'Impresa si obbliga, all'atto della presentazione dell'istanza di subappalto, a presentare la seguente documentazione:

Copia del contratto di subappalto dal quale emerge, tra l'altro, che il prezzo praticato dall'Impresa esecutrice di tali lavori non superi il limite indicato dall'art. 105 comma 14, del codice. A tal fine per ogni singola attività affidata in subappalto dovrà essere precisato il prezzo pattuito nel contratto d'appalto, comprensivo del costo per gli oneri della sicurezza espressamente evidenziati, rispetto ai quali il subappaltatore non dovrà praticare alcun ribasso. La stazione appaltante, ai sensi dell'art. 3 della Legge n. 136/2010 e s.m.i., verifica che nei contratti sottoscritti con i subappaltatori e i subcontraenti della filiera delle Imprese a qualsiasi titolo interessate ai lavori, sia inserita, a pena di nullità assoluta, un'apposita clausola con la quale ciascuno di essi assume gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari. Le transazioni devono essere eseguite tramite lo strumento del bonifico bancario o postale o con altri strumenti di incasso o di pagamento idonei a garantire la piena tracciabilità delle operazioni.

Attestazione S.O.A. dell'Impresa subappaltatrice, oppure, per i lavori di importo pari o inferiore a 150.000,00 Euro, documentazione a comprova dei requisiti di cui all'art. 90 del Regolamento.

Autocertificazione resa ai sensi di legge attestante la non sussistenza delle cause di divieto, di decadenza o di sospensione di cui agli artt. 67 e 84, comma 4, del D.Lgs n. 159 del 6 settembre 2011.

Dichiarazione sostitutiva resa dal rappresentante dell'Impresa subappaltatrice secondo l'apposito modulo predisposto dal Comune di Genova, ritirabile presso l'ufficio del Responsabile del Procedimento.

Dalla data di presentazione dell'istanza di autorizzazione al subappalto decorrono trenta giorni, oppure quindici, nel caso di subappalti di importo inferiore al 2% (dueper cento) dell'importo del contratto d'appalto, oppure inferiori a 100.000,00 Euro, perché la stazione appaltante autorizzi o meno il subappalto. Tale termine può essere prorogato una volta sola se ricorrono giustificati motivi; tra i giustificati motivi potrebbe essere compresa l'incompletezza della documentazione presentata a corredo della domanda di autorizzazione al subappalto. I lavori oggetto di subappalto non potranno avere inizio prima dell'autorizzazione da parte del Comune di Genova, ovvero della scadenza del termine previsto al riguardo dall'articolo 105, comma 18, del codice, senza che l'Amministrazione abbia chiesto integrazioni alla documentazione presentata o ne abbia contestato la regolarità.

Qualora l'istanza di subappalto pervenga priva di tutta o di parte della documentazione richiesta, il Comune non procederà al rilascio dell'autorizzazione, provvederà a contestare la carenza documentale all'Impresa appaltatrice, convenendo altresì le Parti, che in tale circostanza eventuali conseguenti sospensioni dei lavori saranno attribuite a negligenza dell'Impresa appaltatrice

medesima e pertanto non potranno giustificare proroghe al termine finale di esecuzione dei lavori, giustificando invece l'applicazione, in tal caso, delle penali contrattuali.

#### **Art. 15 Adempimenti in materia di lavoro dipendente, previdenza e assistenza.**

L'Impresa è obbligata ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto nazionale di lavoro e negli accordi integrativi, territoriali ed aziendali, per il settore di attività e per la località dove sono eseguiti i lavori; essa è altresì responsabile in solido dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto. Essa s'impegna a trasmettere al Comune, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia agli Enti Previdenziali, inclusa la Cassa Edile Genovese, ove necessario, Assicurativi e Antinfortunistici.

L'Impresa è altresì obbligata a rispettare tutte le norme in materia retributiva, contributiva, previdenziale, assistenziale, inclusa la Cassa Edile Genovese ove richiesta, assicurativa, sanitaria, di solidarietà paritetica, previste per i dipendenti dalla vigente normativa, con particolare riguardo a quanto previsto dall'art. 105 del codice

#### **Art. 16 Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore**

***(eliminare i punti non pertinenti con la tipologia di appalto)***

Per la partecipazione alla gara d'appalto di cui al presente Capitolato Speciale, non è riconosciuto alcun compenso, né rimborso spese.

L'Appaltatore dovrà provvedere a quanto segue, restando inteso che gli oneri conseguenti si intendono compensati e quindi ricompresi nel corrispettivo contrattuale, fatto salvo quanto già valutato in materia di sicurezza:

alla esecuzione di rilievi, indagini, saggi e quanto altro occorrente e propedeutico alla formulazione dell'offerta;

a provvedere alla custodia, alla buona conservazione e alla gratuita manutenzione di tutte le opere e impianti oggetto dell'appalto fino all'approvazione degli atti di collaudo da effettuarsi entro i termini di legge; resta nella facoltà della stazione appaltante richiedere la consegna anticipata di parte o di tutte le opere ultimate;

alla formazione del cantiere adeguatamente attrezzato e recintato in relazione alla natura dell'opera e in conformità alle vigenti disposizioni in materia;

a mantenere nel territorio comunale un adeguato magazzino, che potrà essere ubicato anche all'interno del cantiere, ed essere reperibile direttamente, ovvero a mezzo del Direttore Tecnico del cantiere, al fine di consentire la tempestiva predisposizione, d'intesa con la Direzione Lavori, degli eventuali provvedimenti che si rendessero necessari per cause di forza maggiore interessanti il cantiere in oggetto;

all'allestimento di un locale, anche in uno esistente indicato dalla Direzione Lavori, ad uso ufficio di cantiere, dotato almeno delle seguenti attrezzature:

piano di lavoro 2.00 x 1.20 ml;

n° 4 sedie con schienali anatomici;

riscaldamento;

un armadio con chiusura;

telefono;

porta di accesso con chiusura.

Tale locale e la relativa dotazione dovranno risultare a norma ai sensi del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 e sue successive modificazioni e integrazioni;

ad ottenere la concessione dei permessi per occupazione temporanea di suolo pubblico, rottura suolo e per passi carrabili, concessioni e autorizzazioni che saranno rilasciate a titolo gratuito;

ad ottenere autorizzazione anche in deroga ai limiti massimi di esposizione al rumore di cui al DPCM 1 marzo 1991 e s.m.e i., nonché ogni altra autorizzazione o concessione necessaria per la realizzazione dell'opera ed a corrispondere le tasse ed i diritti relativi;

alla conservazione del traffico nelle zone interessate dai lavori secondo le disposizioni della Direzione Lavori e del Comando della Polizia Municipale;

alle opere provvisorie ordinate dalla Direzione Lavori per garantire la continuità dei pubblici servizi, inclusi quelli d'emergenza, e del transito dei veicoli e dei pedoni.

ai rilievi, tracciati, verifiche, esplorazioni, capisaldi e simili che possono occorrere, anche su motivata richiesta del direttore dei lavori o dal responsabile del procedimento o dall'organo di collaudo, dal giorno in cui comincia la consegna fino al compimento del collaudo provvisorio o all'emissione del certificato di regolare esecuzione, di tutte le utenze pubbliche e private in sottosuolo e/o soprassuolo interessanti le opere in oggetto, intendendosi a completo carico dell'Appaltatore medesimo gli eventuali spostamenti, ricollocazioni, opere provvisorie e/o definitive, comunque strutturate ed eseguite, necessari per l'eliminazione delle interferenze determinate dall'esecuzione dei lavori oggetto d'appalto, nonché ogni onere e danno dipendenti dalle utenze o a queste provocati;

alla segnalazione e delimitazione diurna e notturna dei lavori e degli ingombri sulle sedi stradali nel rispetto del D.Lgs. 30 aprile 1992 n. 285 "Nuovo codice della Strada" e dal D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 "Regolamento per l'esecuzione del Nuovo Codice della Strada" e loro successive modificazioni ed integrazioni;

al risarcimento dei danni di ogni genere ai proprietari i cui immobili fossero in qualche modo danneggiati durante l'esecuzione dei lavori;

l'Appaltatore è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi e delle strutture e fabbricati esistenti in prossimità degli stessi e dovrà di conseguenza operare e predisporre armature di sostegno e di contenimento in maniera e quantità tale da garantire la sicurezza delle opere;

a curare che, per effetto delle opere di convogliamento e smaltimento delle acque, non derivino danni a terzi; in ogni caso egli è tenuto a sollevare la stazione appaltante da ogni spesa per compensi che dovessero essere pagati e liti che avessero ad insorgere. Dovrà altresì curare l'esaurimento delle acque superficiali, di infiltrazione o sorgive, per qualunque altezza di battente da esse raggiunta, concorrenti nel sedime di imposta delle opere di cui trattasi, nonché l'esecuzione di opere provvisorie per lo sfogo e la deviazione preventiva di esse dal sedime medesimo, dalle opere e dalle aree di cantiere;

alla conservazione e consegna all'Amministrazione appaltante degli oggetti di valore intrinseco, archeologico o storico che eventualmente si rinvenissero durante l'esecuzione dei lavori;

all'esecuzione in cantiere e/o presso istituti incaricati, di tutti gli esperimenti, assaggi e controlli che verranno in ogni tempo ordinato dalla Direzione Lavori sulle opere, materiali impiegati o da impiegarsi nella costruzione, in correlazione a quanto prescritto circa l'accettazione dei materiali stessi, nonché sui campioni da prelevare in opera. Quanto sopra dovrà essere effettuato su incarico della Direzione Lavori a cura di un Laboratorio tecnologico di fiducia dell'Amministrazione. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nell'Ufficio di direzione munendoli di sigilli a firma della Direzione Lavori e dell'Impresa nei modi più adatti a garantirne l'autenticità; il tutto secondo le norme vigenti.

alla fornitura di tutto il personale idoneo, nonché degli attrezzi e strumenti necessari per rilievi, tracciamenti e misurazioni relativi alle operazioni di consegna, verifica, contabilità e collaudo dei lavori;

alla fornitura di fotografie delle opere in corso nei vari periodi dell'appalto, nonché delle opere ultimate nel numero che di volta in volta sarà indicato dalla Direzione Lavori;

alla pulizia giornaliera del cantiere anche ai fini antinfortunistici, compreso lo smaltimento di iballaggi e simili;

alla presentazione di progetti di opere ed impianti nonché delle eventuali varianti che si rendessero necessarie per inadempienze dell'appaltatore, alla istruzione delle pratiche relative da presentare all'INAIL, alla A.S.L. competente, al Comando Vigili del Fuoco, ed all'esecuzione di lavori di modifica e/o varianti richieste, sino al collaudo delle opere ed impianti con esito positivo.

ai pagamenti di compensi all'INAIL, alla A.S.L. competente, al Comando Vigili del Fuoco, relativi a prestazioni per esame suppletivo di progetti o visite di collaudo ripetute, in esito a precedenti verifiche negative causate da inadempienze dell'appaltatore.

ad ogni onere per il rilascio delle "dichiarazioni di conformità", per gli impianti tecnici oggetto di applicazione della legge n. 17/2007 ed in genere per ogni "dichiarazione di conformità" obbligatoria per le opere eseguite;

ad attestare, ad ultimazione di lavori, con apposita certificazione sottoscritta da tecnico abilitato, l'esecuzione degli impianti elettrici nel rispetto ed in conformità delle Leggi 1.3.68 n. 186 (norme C.E.I.), n. 17/2007 e Decreto del ministero dello sviluppo economico del 22 gennaio 2008 n. 37;

a denunciare, ove previsto dal D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, l'impianto di terra, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, di edifici e di grandi masse metalliche, all'INAIL, provvedendo all'assistenza tecnica, ai collaudi relativi, fino all'ottenimento di tutte le certificazioni o verbali di cui l'opera necessita;

al lavaggio accurato giornaliero delle aree pubbliche in qualsiasi modo lordate durante l'esecuzione dei lavori;

al mantenimento dell'accesso al cantiere, al libero passaggio nello stesso e nelle opere costruite od in costruzione per le persone addette a qualunque altra impresa alla quale siano stati affidati lavori non compresi nel presente appalto, nonché per le persone che eseguono lavori per conto diretto dell'Amministrazione appaltante;

ad assicurare, su richiesta della Direzione Lavori, l'uso parziale o totale, da parte delle imprese o persone di cui al precedente comma, dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie e degli apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente all'esecuzione dei lavori che l'Amministrazione appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di ditte, senza che l'appaltatore possa pretendere compenso alcuno. L'eventuale mano d'opera richiesta dalla Direzione Lavori, in aiuto alle imprese che eseguono lavori per conto diretto dell'Amministrazione, verrà contabilizzata in economia. L'Amministrazione appaltante si riserva altresì di affidare a soggetti terzi la realizzazione, manutenzione e sfruttamento pubblicitario dei teli di copertura dei ponteggi.

al ricevimento in cantiere, scarico e trasporto nei luoghi di deposito, situati nell'interno del cantiere, od a piè d'opera, secondo le disposizioni della Direzione Lavori. L'eventuale mano d'opera richiesta dalla Direzione Lavori, in aiuto alle imprese che eseguono lavori per conto diretto dell'Amministrazione, verrà contabilizzata in economia.

alla buona conservazione ed alla perfetta custodia dei materiali, forniture ed opere escluse dal presente appalto, ma provviste od eseguite da altre ditte per conto dell'Amministrazione appaltante. I danni, che per cause dipendenti o per sua negligenza fossero apportati ai materiali forniti ed ai lavori compiuti da altre ditte, dovranno essere riparati a carico esclusivo dell'appaltatore;

all'uso anticipato delle opere su richiesta della Direzione Lavori, senza che l'appaltatore abbia per ciò diritto a speciali compensi. Esso potrà però richiedere che sia constatato lo stato delle opere stesse per essere garantito dagli eventuali danni che potessero derivargli.

alla redazione di elaborati grafici, sottoscritti da tecnici abilitati, illustranti lo stato finale dell'opera nelle sue componenti architettoniche, strutturali, ed impiantistiche (di detti elaborati saranno fornite tre copie cartacee ed una copia su supporto magnetico con file formato pdf e dwg);

alla manutenzione e buona conservazione dei lavori eseguiti, con particolare riferimento degli impianti sino al collaudo;

alla realizzazione di tutti gli interventi che si rendessero necessari in relazione alla entrata in funzione di impianti la cui realizzazione e/o modifica e/o sostituzione sia prevista nell'ambito delle

opere appaltate, al fine di garantirne il relativo corretto funzionamento nonché l'utilizzo da parte dell'utenza e l'accettazione da parte dell'Ente Gestore;

alla completa e generale pulizia dei locali e/o dei siti oggetto di intervento, durante il corso dei lavori, in corrispondenza di eventuali consegne anticipate e comunque a lavori ultimati;

a dare la possibilità ai vari Enti gestori delle utenze presenti in sottosuolo (fognarie, acquedottistiche, gas, Enel, telecomunicazioni) di eseguire lavorazioni sulle proprie reti nell'ambito del cantiere;

a tenere conto delle posizioni in sottosuolo dei sottoservizi indicati nelle planimetrie di massima fornite dagli Enti e dovrà quindi eseguire gli scavi con cautela considerando possibili difformità da quanto rappresentato sugli elaborati grafici; pertanto nel caso di danni causati alle condotte e relative interruzioni non potrà esimersi dal risponderne;

a garantire sempre la sicurezza dei percorsi pedonali e di quelli carrabili per l'approvvigionamento delle attività produttive e commerciali;

a fare campionature di tutte le lavorazioni che verranno eseguite;

a mantenere ed adeguare anche momentaneamente le condotte degli impianti comunali o dichiarati tali dalla D.L.;

a concordare con gli enti preposti, prima e/o durante i lavori, la posa delle condotte per l'impianto dell'illuminazione pubblica e per lo smaltimento acque bianche;

a sgomberare completamente il cantiere da materiali, mezzi d'opera e impianti di sua proprietà o di altri, non oltre 15gg dal verbale di ultimazione dei lavori;

al risarcimento di eventuali danni a cose e/o persone causati durante i lavori;

al rifacimento/ripristino/sostituzione, a sua cura e spese, di tutto ciò non dichiarato idoneo da parte della D.L. (danni dovuti a negligenze e/o inadempienze, causati a materiali forniti e a lavori compiuti da altre ditte);

a provvedere, a sua cura e spese, allo spostamento di eventuali pannelli pubblicitari, fioriere, dissuasori, etc. oltre a quanto già previsto negli elaborati progettuali;

a spostare, a sua cura e spese, i contenitori dell'AMIU presenti nella via e nella piazza, tutte le volte che la D.L. ne farà richiesta;

in caso di richiesta della Civica Amministrazione, l'appaltatore sarà obbligato ai seguenti oneri particolari: sospensione dei lavori nel periodo compreso tra la festa dell'Immacolata Concezione e l'Epifania in occasione delle festività natalizie, con l'obbligo di ultimazione e messa in sicurezza dei tratti di pavimentazione stradale/pedonale già interessati dai lavori;

**qualora l'impresa non disponga già di un "Registro dei getti di conglomerato cementizio", nell'ambito dei documenti utili alla certificazione di qualità da parte del SINCERT, l'impresa stessa dovrà tenere apposito documento sul quale annotare data del getto, parte d'opera, quantità, tipo di cemento e resistenza, slump, rif. del prelievo ed eventuali annotazioni, anche al fine di garantire una pronta rintracciabilità dei getti stessi e la loro associazione alla parte di opera.**

## **Capitolo 2** **ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE**

### **Art.17 Accettazione**

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale ed essere della migliore qualità, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi del regolamento.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto. In quest'ultimo caso, l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri idonei a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo tecnico-amministrativo o di emissione del certificato di regolare esecuzione.

### **Art. 18 Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali**

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi, e la loro contabilizzazione deve essere redatta come se i materiali fossero conformi alle caratteristiche contrattuali.

### **Art. 19 Impiego di materiali o componenti di minor pregio**

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, all'appaltatore deve essere applicata un'adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio, e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

### **Art. 20 Impiego di materiali riciclati e di terre e rocce da scavo**

#### *3 Materiali riciclati*

Per l'impiego di materiali riciclati si applicheranno le disposizioni del D.M. 8 maggio 2003, n. 203 – Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo.

#### *4 Riutilizzo della terra di scavo*

In applicazione dell'art. 185, comma 1, lett. c-bis) del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia certo che il materiale sarà utilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato, non deve essere considerato rifiuto.

## 5 Terre e rocce da scavo

Fatte salve le prescrizioni del punto precedente, le terre e le rocce da scavo, anche di gallerie, ottenute quali sottoprodotti, possono essere utilizzate per rinterrati, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, purché:

- siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti;
- sin dalla fase della produzione vi sia certezza dell'integrale utilizzo;
- l'utilizzo integrale della parte destinata a riutilizzo sia tecnicamente possibile senza necessità di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e, più in generale, ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti e autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate;
- sia garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- sia accertato che non provengono da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006;
- le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate, e avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette. In particolare, deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non è contaminato con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonché la compatibilità di detto materiale con il sito di destinazione;
- la certezza del loro integrale utilizzo sia dimostrata.

L'impiego di terre da scavo nei processi industriali come sottoprodotti, in sostituzione dei materiali di cava, è consentito nel rispetto delle seguenti condizioni:

- siano originati da un processo non direttamente destinato alla loro produzione;
- il loro impiego sia certo (sin dalla fase della produzione), integrale, e avvenga direttamente nel corso del processo di produzione o di utilizzazione preventivamente individuato e definito;
- soddisfino requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli autorizzati per l'impianto dove sono destinati ad essere utilizzati;
- non debbano essere sottoposti a trattamenti preventivi o a trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale di cui al punto precedente, ma posseggano tali requisiti sin dalla fase della produzione;
- abbiano un valore economico di mercato.

Ove la produzione di terre e rocce da scavo avvenga nell'ambito della realizzazione di opere o attività sottoposte a valutazione di impatto ambientale o ad autorizzazione ambientale integrata, la sussistenza dei requisiti precedentemente previsti dal presente articolo, nonché i tempi dell'eventuale deposito in attesa di utilizzo, che non possono superare di norma un anno, devono risultare da un apposito progetto approvato dall'autorità titolare del relativo procedimento.

Le terre e le rocce da scavo, qualora non utilizzate nel rispetto delle condizioni di cui al presente articolo, sono sottoposte alle disposizioni in materia di rifiuti di cui alla Parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006.

La caratterizzazione dei siti contaminati e di quelli sottoposti ad interventi di bonifica deve essere effettuata secondo le modalità previste dal Titolo V, Parte quarta, del D.Lgs. n. 152/2006. L'accertamento che le terre e le rocce da scavo non provengano da tali siti deve essere svolto a cura e spese del produttore e accertato dalle autorità competenti nell'ambito delle procedure previste dall'art. 183 del D.Lgs. n. 152/2006.

### **Art. 21 Norme di riferimento e marcatura CE**

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva sui prodotti da costruzione 89/106/CEE (CPD), recepita in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993. Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà

essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.

In assenza di nuove e aggiornate norme UNI, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture provverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

#### **Art. 22 Provvista dei materiali**

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

#### **Art. 23 Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto**

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescriberne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso in cui il cambiamento comporterà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi del regolamento.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile del procedimento.

#### **Art. 24 Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche**

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato speciale d'appalto, devono essere disposti dalla direzione dei lavori, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico dei lavori in appalto. Per le stesse prove, la direzione dei lavori deve provvedere al prelievo del relativo campione e alla redazione dell'apposito verbale in contraddittorio con l'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio ufficiale prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori può disporre ulteriori prove e analisi, ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali, dei componenti o delle lavorazioni. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.

Per le opere e i materiali strutturali, le verifiche tecniche devono essere condotte in applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

#### **Art. 25 Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati**

A richiesta della stazione appaltante, l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati a terzi.

### **Capitolo 3**

## **MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE**

### **Art. 26 Materiali e prodotti per uso strutturale**

#### *1 Identificazione, certificazione e accettazione*

I materiali e i prodotti per uso strutturale, in applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008, devono essere:

- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dal direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste dalle nuove norme tecniche per le costruzioni per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

#### *2 Procedure e prove sperimentali d'accettazione*

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o di qualificazione, che per ciò che riguarda quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori ufficiali depositato presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, ovvero la qualificazione secondo le nuove norme tecniche, la relativa attestazione di conformità deve essere consegnata alla direzione dei lavori.

Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uopo stabilite dal servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate, ovvero a quelle previste nelle nuove norme tecniche.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, ovvero internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo come diversamente specificato.

Il direttore dei lavori, per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e, in generale, nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1 delle nuove norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.

#### *3 Procedure di controllo di produzione in fabbrica*

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle nuove norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008, devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per *controllo di produzione nella fabbrica* si intende il controllo permanente della produzione effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto o ente di controllo.

### **Art. 27 Componenti del calcestruzzo**

## 2 Leganti per opere strutturali

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) ad una norma armonizzata della serie **UNI EN 197** ovvero ad uno specifico benessere tecnico europeo (ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di dighe e altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione, devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata **UNI EN 14216**, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un organismo di certificazione europeo notificato.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

## 3 Fornitura

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori, e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termogrometriche.

## 2 Marchio di conformità

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Tabella 15.1 - Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Classe	Resistenza alla compressione [N/mm <sup>2</sup> ]			Tempo inizio presa [min]	Espansione [mm]
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni		
	2 giorni	7 giorni			
32,5	-	> 16			
32,5 R	> 10	-	≥ 32,5	≤ 52,5	≤ 10
4,25	> 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5	
4,25 R	> 20	-	≥ 52,5	-	
52,5	> 20	-			
52,5 R	> 30	-		≥ 45	

**Tabella 15.2 - Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti <sup>1</sup>
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Solfati come (SO <sub>3</sub> )	EN 196-2	CEM I	32,5	≤ 3,5%
		CEM II <sup>2</sup>	32,5 R	
		CEM IV	42,5	≤ 4,0%
		CEM V	42,5 R	
		CEM III <sup>3</sup>	Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi <sup>4</sup>	Tutte le classi	≤ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

<sup>1</sup> I requisiti sono espressi come percentuale in massa.

<sup>2</sup> Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T, che può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>, per tutte le classi di resistenza.

<sup>3</sup> Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>.

<sup>4</sup> Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri, ma, in tal caso, si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

**Tabella 15.3 - Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R
Limite inferiore di resistenza [N/mm <sup>2</sup> ]	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa – Limite inferiore [min]		45			40		
Stabilità [mm] – Limite superiore		11					
Contenuto di SO <sub>3</sub> (%) Limite superiore	Tipo I	4,0			4,5		
	Tipo II <sup>1</sup>						
	Tipo IV						
	Tipo V						
	Tipo III/A	4,5					
	Tipo III/B						
	Tipo III/C	5,0					
Contenuto di cloruri (%) – Limite superiore <sup>2</sup>		0,11					
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					

<sup>1</sup> Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO<sub>3</sub> per tutte le classi di resistenza.

<sup>2</sup> Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

### Metodi di prova

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:

**UNI EN 196-1** – Metodi di prova dei cementi. Parte 1: Determinazione delle resistenze meccaniche;

**UNI EN 196-2** – Metodi di prova dei cementi. Parte 2: Analisi chimica dei cementi;

**UNI EN 196-3** – Metodi di prova dei cementi. Parte 3: Determinazione del tempo di presa e della stabilità;

**UNI ENV SPERIMENTALE 196-4** – Metodi di prova dei cementi. Parte 4: Determinazione quantitativa dei costituenti;

**UNI EN 196-5** – Metodi di prova dei cementi. Parte 5: Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;

**UNI EN 196-6** – Metodi di prova dei cementi. Parte 6: Determinazione della finezza;

**UNI EN 196-7** – *Metodi di prova dei cementi. Parte 7: Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;*  
**UNI EN 196-8** – *Metodi di prova dei cementi. Parte 8: Calore d'idratazione. Metodo per soluzione;*  
**UNI EN 196-9** – *Metodi di prova dei cementi. Parte 9: Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico;*  
**UNI EN 196-10** – *Metodi di prova dei cementi. Parte 10: Determinazione del contenuto di cromo (VI) idrosolubile nel cemento;*  
**UNI EN 196-21** – *Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento;*  
**UNI EN 197-1** – *Cemento. Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni;*  
**UNI EN 197-2** – *Cemento. Valutazione della conformità;*  
**UNI EN 197-4** – *Cemento. Parte 4: Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi d'altoforno con bassa resistenza iniziale;*  
**UNI 10397** – *Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;*  
**UNI EN 413-1** – *Cemento da muratura. Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità;*  
**UNI EN 413-2** – *Cemento da muratura. Metodi di prova;*  
**UNI EN 413-2** – *Cemento da muratura. Parte 2: Metodi di prova.*  
**UNI 9606** – *Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.*

### 3 *Aggregati*

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata **UNI EN 12620** e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata **UNI EN 13055-1**. È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella 15.4, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata **UNI EN 12620**, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

**Tabella 15.4 - Limiti di impiego degli aggregati grossi provenienti da riciclo**

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C 8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55)	≤ C45/55	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 5%

Si potrà fare utile riferimento alle norme **UNI 8520-1** e **UNI 8520-2** al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella 15.4.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature, e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti e deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

### 3 *Sistema di attestazione della conformità*

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato nella tabella 5.5.

Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

**Tabella 15.5 - Sistema di attestazione della conformità degli aggregati**

Specifica tecnica europea armonizzata di riferimento	Usò previsto	Sistema di attestazione della conformità
Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo strutturale	2+

#### 4 Marcatura CE

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE sono riportati nella tabella 15.6. La produzione dei prodotti deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un organismo notificato.

**Tabella 15.6 - Aggregati che devono riportare la marcatura CE**

Impiego aggregato	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	UNI EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	UNI EN 13043
Aggregati leggeri. Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiacca	UNI EN 13055-1
Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone). Parte 1	UNI EN 13383-1
Aggregati per malte	UNI EN 13139
Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	UNI EN 13242
Aggregati per massicciate ferroviarie	UNI EN 13450

#### 5 Controlli d'accettazione

I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella 15.7, insieme ai relativi metodi di prova. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle norme europee armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

**Tabella 15.7 - Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale**

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	UNI EN 933-1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3
Dimensione per il filler	UNI EN 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	UNI EN 933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$ )	UNI EN 1097-2

#### 6 Sabbia

Ferme restando le considerazioni dei paragrafi precedenti, la sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose, e avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, e di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose. Prima dell'impiego, se necessario, deve essere lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive.

### 33 Verifiche sulla qualità

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, e dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultino da un certificato emesso in seguito ad esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di impiego; diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale, e in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

### 10 Norme per gli aggregati per la confezione di calcestruzzi

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 15.7, può fare riferimento anche alle seguenti norme:

**UNI 8520-1** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche;*

**UNI 8520-2** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti;*

**UNI 8520-7** – *Aggregati per la confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332;*

**UNI 8520-8** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili;*

**UNI 8520-13** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini;*

**UNI 8520-16** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro);*

**UNI 8520-17** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi;*

**UNI 8520-20** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi;*

**UNI 8520-21** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;*

**UNI 8520-22** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;*

**UNI EN 1367-2** – *Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;*

**UNI EN 1367-4** – *Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento;*

**UNI EN 12620** – *Aggregati per calcestruzzo;*

**UNI EN 1744-1** – *Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica;*

**UNI EN 13139** – *Aggregati per malta.*

### 7 Norme di riferimento per gli aggregati leggeri

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 15.7, potrà far riferimento anche alle seguenti norme:

**UNI EN 13055-1** – *Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;*

**UNI EN 13055-2** – *Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati;*

**UNI 11013** – *Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.*

## 8 Additivi

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **UNI EN 934-2**.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo. In caso contrario, si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

## 9 Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**;

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

## 10 Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28 giorni, e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

## 11 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'uso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

## 12 Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma **UNI 8020**;

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di essudamento prevista dalla norma **UNI 7122**.

### 13 Additivi aeranti

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma **UNI EN 12350-7**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- prova di resistenza al gelo secondo la norma **UNI 7087**;
- prova di essudamento secondo la norma **UNI 7122**.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

### 11 Norme di riferimento

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

**UNI 7110** – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata e in acqua satura di calce;*

**UNI 10765** – *Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità.*

**UNI EN 480** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo;*

**UNI EN 480-5** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 5: Determinazione dell'assorbimento capillare;*

**UNI EN 480-6** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 6: Analisi all'infrarosso;*

**UNI EN 480-8** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale;*

**UNI EN 480-10** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua;*

**UNI EN 480-11** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 11: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di aria nel calcestruzzo indurito;*

**UNI EN 480-12** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 12: Determinazione del contenuto di alcali negli additivi;*

**UNI EN 480-13** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Malta da muratura di riferimento per le prove sugli additivi per malta;*

**UNI EN 480-14** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 14: Determinazione dell'effetto sulla tendenza alla corrosione dell'acciaio di armatura mediante prova elettrochimica potenziostatica;*

**UNI EN 934-1** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 1: Requisiti comuni;*

**UNI EN 934-2** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2: Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;*

**UNI EN 934-3** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per malte per opere murarie. Parte 3: Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;*

**UNI EN 934-4** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione. Parte 4: Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

**UNI EN 934-5** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5: Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

**UNI EN 934-6** Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6: Campionamento, controllo e valutazione della conformità.

#### 14 Agenti espansivi

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI 8146** – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;

**UNI 8147** – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;

**UNI 8148** – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo;

**UNI 8149** – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.

#### 15 Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo

Gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alle norme comprese tra **UNI 8656** e **UNI 8660**. L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI 8656** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;

**UNI 8657** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;

**UNI 8658** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;

**UNI 8659** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;

**UNI 8660** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.

#### 16 Prodotti disarmanti

Come disarmanti per le strutture in cemento armato è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.

Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma **UNI 8866** (parti 1 e 2), per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, specie se a faccia vista.

#### 17 *Acqua di impasto*

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particolarmente solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o di uso, potrà essere trattata con speciali additivi, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma **UNI EN 1008**, come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

A discrezione della direzione dei lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

Tabella 15.8 - Acqua di impasto

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati		SO <sub>4</sub> minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri		Cl minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico		minore 50 mg/litro
Contenuto totale di sali minerali		minore 3000 mg/litro
Contenuto di sostanze organiche		minore 100 mg/litro
Contenuto di sostanze solide sospese		minore 2000 mg/litro

#### 18 *Classi di resistenza del conglomerato cementizio*

##### *Classi di resistenza*

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nella norma **UNI EN 206-1** e nella norma **UNI 11104**.

Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza della tabella 15.9.

**Tabella 15.9 - Classi di resistenza**

Classi di resistenza
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C32/40
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella tabella 16.10, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Per classi di resistenza superiore a C70/85 si rinvia al paragrafo 15.9.2 di questo capitolato.

Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva, e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

**Tabella 15.10 - Impiego delle diverse classi di resistenza**

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

*Costruzioni di altri materiali*

I materiali non tradizionali o non trattati nelle norme tecniche per le costruzioni potranno essere utilizzati per la realizzazione di elementi strutturali o opere, previa autorizzazione del servizio tecnico centrale su parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, autorizzazione che riguarderà l'utilizzo del materiale nelle specifiche tipologie strutturali proposte sulla base di procedure definite dal servizio tecnico centrale.

Si intende qui riferirsi a materiali quali calcestruzzi di classe di resistenza superiore a C70/85, calcestruzzi fibrorinforzati, acciai da costruzione non previsti nel paragrafo 4.2 delle norme tecniche per le costruzioni, leghe di alluminio, leghe di rame, travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante, materiali polimerici fibrorinforzati, pannelli con poliuretano o polistirolo collaborante, materiali murari non tradizionali, vetro strutturale, materiali diversi dall'acciaio con funzione di armatura da cemento armato.

**Art. 28 Acciaio per cemento armato***19 Le forme di controllo obbligatorie*

Le nuove norme tecniche per le costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;

- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;

- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;

- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

## 20 *La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati*

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.

Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;

- allo stabilimento;

- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per *stabilimento* si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhetatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento, e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;

- non corrispondenza a quanto depositato;

- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

Nella tabella 16.1 si riportano i numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma **UNI EN 10080**<sup>1</sup>, caratterizzanti nervature consecutive. Nel caso specifico dell'Italia si hanno quattro nervature consecutive.

---

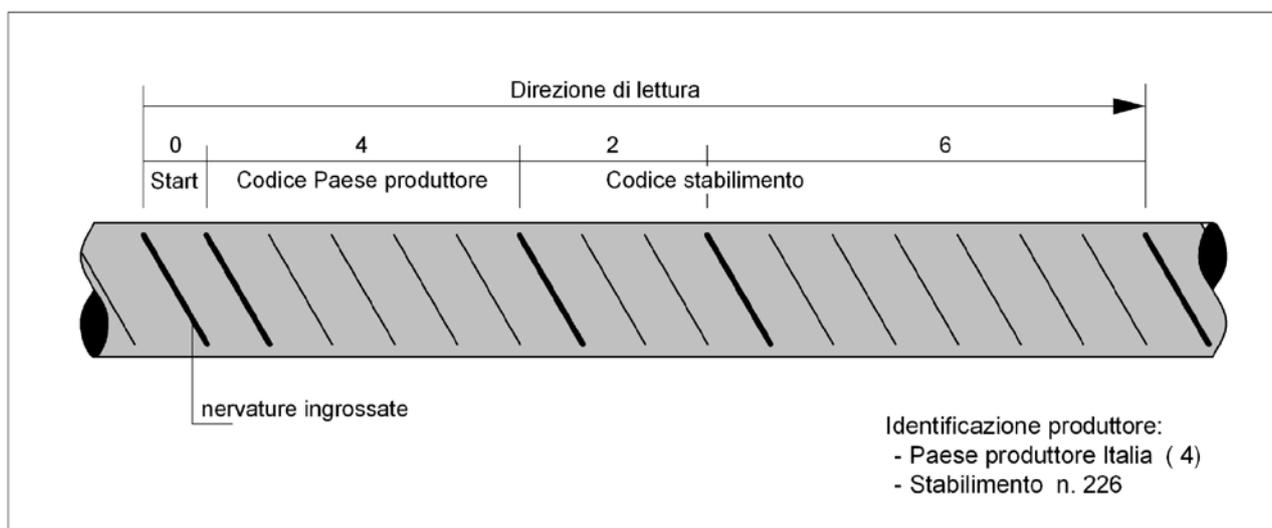
<sup>1</sup> Nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea n. L343 dell'8 dicembre 2006 è stata pubblicata la decisione della Commissione delle Comunità Europee del 5 dicembre 2006 relativa alla cancellazione del riferimento alla norma EN 10080:2005 "Acciaio per cemento armato - Acciaio saldabile - Generalità" conformemente alla direttiva 89/106/CEE del Consiglio.

**Tabella 16.1 - Numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma UNI EN 10080**

Paese produttore	Numero di nervature trasversali normali tra l'inizio della marcatura e la nervatura rinforzata successiva
Austria, Germania	1
Belgio, Lussemburgo, Paesi Bassi, Svizzera	2
Francia	3
Italia	4
Irlanda, Islanda, Regno Unito	5
Danimarca, Finlandia, Norvegia, Svezia	6
Portogallo, Spagna	7
Grecia	8
Altri	9

#### IDENTIFICAZIONE DEL PRODUTTORE

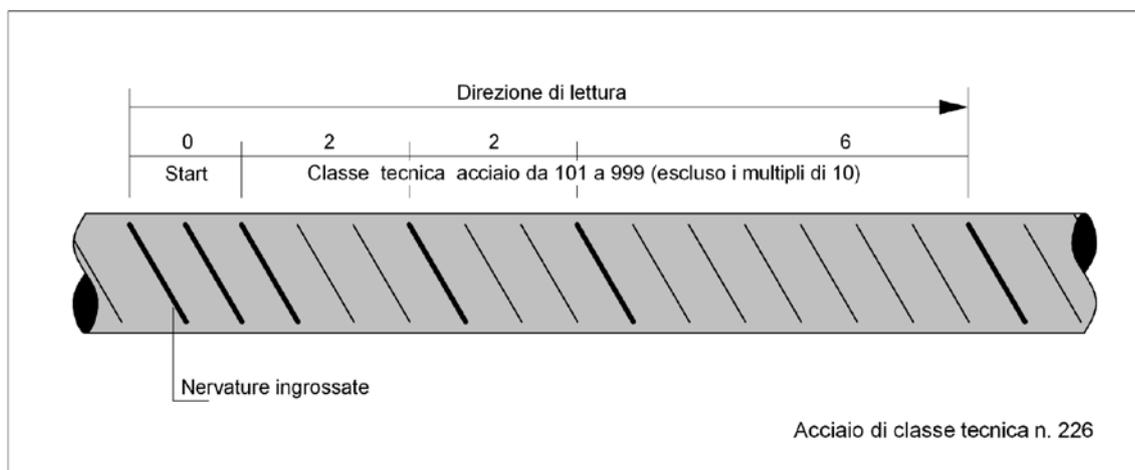
Il criterio di identificazione dell'acciaio prevede che su un lato della barra/rotolo vengano riportati dei simboli che identificano l'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive), l'identificazione del paese produttore e dello stabilimento.



**Figura 16.1 - Identificazione del produttore**

#### IDENTIFICAZIONE DELLA CLASSE TECNICA

Sull'altro lato della barra/rotolo, l'identificazione prevede dei simboli che identificano l'inizio della lettura (start: tre nervature ingrossate consecutive) e un numero che identifica la classe tecnica dell'acciaio che deve essere depositata presso il registro europeo dei marchi, da 101 a 999 escludendo i multipli di 10. La figura 16.2 riporta un acciaio di classe tecnica n. 226.



**Figura 16.2 - Identificazione della classe tecnica**

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio ufficiale non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni, e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

21 *Il caso della unità marcata scorporata. Le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori per le prove di laboratorio*

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

22 *Conservazione della documentazione d'accompagnamento*

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni, e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

23 *Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche*

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

### 3 *Forniture e documentazione di accompagnamento: l'attestato di qualificazione*

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (paragrafo 11.3.1.5).

L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

Il direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

### 4 *Centri di trasformazione*

Le nuove norme tecniche (paragrafo 11.3.2.6) definiscono *centro di trasformazione*, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche per le costruzioni.

#### *33 Rintracciabilità dei prodotti*

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

#### *34 Documentazione di accompagnamento e verifiche del direttore dei lavori*

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

#### 24 I tipi d'acciaio per cemento armato

Le nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme, e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella tabella 16.2.

Tabella 16.2 - Tipi di acciai per cemento armato

Tipi di acciaio per cemento armato previsti dalle norme precedenti	Tipi di acciaio previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 (saldabili e ad aderenza migliorata)
FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce)	B450C ( $6 \leq \phi \leq 50$ mm)
FeB38k e FeB44k (barre tonde nervate)	B450A ( $5 \leq \phi \leq 12$ mm)

#### 3 L'acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

-  $f_{y\ nom}$ : 450 N/mm<sup>2</sup>

-  $f_{t\ nom}$ : 540 N/mm<sup>2</sup>

e deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 16.3.

Tabella 16.3 - Acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C

Caratteristiche	Requisiti	Fratte [%]
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $\leq 1,35$	10,0
$(f_t/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	-	-
$\phi < 12$ mm	4 $\phi$	-
$12 \leq \phi \leq 16$ mm	5 $\phi$	-
per $16 < \phi \leq 25$ mm	8 $\phi$	-
per $25 < \phi \leq 50$ mm	10 $\phi$	-

#### 4 L'acciaio per cemento armato B450A

L'acciaio per cemento armato B450A (trafilato a freddo), caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 16.4.

Tabella 16.4 - Acciaio per cemento armato trafilato a freddo B450A

Caratteristiche	Requisiti	Fratte [%]
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10,0
$(f_t/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 2,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: $\phi < 10$ mm	4 $\phi$	-

### 5 *L'accertamento delle proprietà meccaniche*

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme (paragrafo 11.3.2.3 nuove norme tecniche):

**UNI EN ISO 15630-1** – Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;

**UNI EN ISO 15630-2** – Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a  $100 \pm 10^\circ\text{C}$  e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire  $f_y$ , con  $f_{(0,2)}$ .

### 15 *La prova di piegamento*

La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di  $20 + 5^\circ\text{C}$  piegando la provetta a  $90^\circ$ , mantenendola poi per 30 minuti a  $100 \pm 10^\circ\text{C}$  e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno  $20^\circ$ . Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

### 16 *La prova di trazione*

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma **UNI EN ISO 15630-1**. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.

La lunghezza dei campioni delle barre per poter effettuare sia la prova di trazione, sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100 cm (consigliato 150 cm).

Riguardo alla determinazione di  $A_{gt}$ , allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione  $F_m$ , bisogna considerare che:

- se  $A_{gt}$  è misurato usando un estensimetro,  $A_{gt}$  deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- se  $A_{gt}$  è determinato con il metodo manuale,  $A_{gt}$  deve essere calcolato con la seguente formula:

$$A_{gt} = A_g + R_m / 2000$$

dove

- $A_g$  è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo  $F_m$
- $R_m$  è la resistenza a trazione ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ).

La misura di  $A_g$  deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm ad una distanza  $r_2$  di almeno 50 mm o  $2d$  (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza  $r_1$  fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm o  $d$  (il più grande dei due).

La norma **UNI EN 15630-1** stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

### 25 *Le caratteristiche dimensionali e di impiego*

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (paragrafo 11.3.2.4 nuove norme tecniche).

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi, cioè, una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura CE.

Le barre sono caratterizzate dal diametro  $\phi$  della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a  $7,85 \text{ kg/dm}^3$ .

I diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A, in barre e in rotoli, sono riportati nelle tabelle 16.5 e 16.6.

**Tabella 16.5 - Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in barre**

Acciaio in barre	Diametro $\phi$ [mm]
B450C	$6 \leq \phi \leq 40$
B450A	$5 \leq \phi \leq 10$

**Tabella 16.6 - Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in rotoli**

Acciaio in rotoli	Diametro $\phi$ [mm]
B450C	$6 \leq \phi \leq 16$
B450A	$5 \leq \phi \leq 10$

3

#### *La sagomatura e l'impiego*

Le nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire (paragrafo 11.3.2.4 nuove norme tecniche):

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per *cantiere* si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno.

Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti delle indicati dalle nuove norme tecniche.

4

#### *Le reti e i tralicci elettrosaldati*

Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati mediante saldature.

Per le reti e i tralicci in acciaio (B450C o B450A), gli elementi base devono avere diametro  $\phi$ , come di riportato nella tabella 16.7.

**Tabella 16.7 - Diametro  $\phi$  degli elementi base per le reti e i tralicci in acciaio B450C e B450A**

Acciaio tipo	Diametro $\phi$ degli elementi base
B450C	$6 \text{ mm} \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$
B450A	$5 \text{ mm} \leq \phi \leq 10 \text{ mm}$

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti le reti e i tralicci deve essere:  $\phi_{min}/\phi_{max} \geq 0,6$ .

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma **UNI EN ISO 15630-2** pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a  $450 \text{ N/mm}^2$ . Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve

essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento. Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio.

### 17 La marchiatura di identificazione

Ogni pannello o traliccio deve essere, inoltre, dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

### 26 La saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito, deve soddisfare le limitazioni riportate nella tabella 16.8, dove il calcolo del carbonio equivalente  $C_{eq}$  è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

Tabella 16.8 - Massimo contenuto di elementi chimici in percentuale (%)

Elemento	Simbolo	Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equivalente	$C_{eq}$	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del  $C_{eq}$  venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

### 27 *Le tolleranze dimensionali*

La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le tolleranze riportate nella tabella 16.9.

Tabella 16.9 - Deviazione ammissibile per la massa nominale

Diametro nominale [mm]	$5 \leq \phi \leq 8$	$8 < \phi \leq 40$
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	$\pm 6$	$\pm 4,5$

### 28 *Le procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario, barre e rotoli*

#### *I controlli sistematici*

Le prove di qualificazione e di verifica periodica, di cui ai successivi punti, devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

#### *Le prove di qualificazione*

Il laboratorio ufficiale prove incaricato deve effettuare, senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 75 saggi, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzione, 25 per ogni colata o lotto di produzione, scelti su tre diversi diametri opportunamente differenziati, nell'ambito della gamma prodotta.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sui campioni devono essere determinati, a cura del laboratorio ufficiale incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e rottura  $f_y$  e  $f_t$ , l'allungamento  $A_{gt}$ , ed effettuate le prove di piegamento.

#### *Le prove periodiche di verifica della qualità*

Ai fini della verifica della qualità, il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando tre serie di cinque campioni, costituite ognuna da cinque barre di uno stesso diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, e provenienti da una stessa colata.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio ufficiale deve effettuare le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e di rottura vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono, quindi, utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo  $n = 25$ ).

Se i valori caratteristici riscontrati risultano inferiori ai minimi per gli acciai B450C e B450A, il laboratorio incaricato deve darne comunicazione al servizio tecnico centrale e ripetere le prove di qualificazione solo dopo che il produttore ha eliminato le cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità per gli acciai B450C e B450A, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi deve essere ripetuto. Il nuovo prelievo

sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione.

Le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura.

**Tabella 16.10 - Verifica di qualità per ciascuno dei gruppi di diametri**

Intervallo di prelievo	Prelievo	Provenienza
≤ 1 mese	3 serie di 5 campioni 1 serie = 5 barre di uno stesso diametro	Stessa colata

**Tabella 16.11 - Verifica di qualità non per gruppi di diametri**

Intervallo di prelievo	Prelievo	Provenienza
≤ 1 mese	15 saggi prelevati da 3 diverse colate: - 5 saggi per colata o lotto di produzione indipendentemente dal diametro	Stessa colata o lotto di produzione

*La verifica delle tolleranze dimensionali per colata o lotto di produzione*

Ai fini del controllo di qualità, le tolleranze dimensionali di cui alla tabella 16.9 devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Qualora la tolleranza sulla sezione superi il  $\pm 2\%$ , il rapporto di prova di verifica deve riportare i diametri medi effettivi.

*La facoltatività dei controlli su singole colate o lotti di produzione*

I produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale prove. Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale.

I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero  $n$  di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettuano le prove di verifica di qualità per gli acciai in barre, reti e tralici elettrosaldati.

Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura devono essere calcolate con le espressioni per i controlli sistematici in stabilimento per gli acciai in barre e rotoli, nelle quali  $n$  è il numero dei saggi prelevati dalla colata.

*I controlli nei centri di trasformazione*

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati:

- in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura, o comunque ogni 90 t;
- in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Ciascun controllo deve essere costituito da tre spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.

I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento.

In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla norma **UNI EN ISO 15630-1**.

Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare ad esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto.

Le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali prove.

Il direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

#### *I controlli di accettazione in cantiere*

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella 16.12. Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e di prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio ufficiale.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui dieci ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico, e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo, secondo quanto sopra riportato. In caso contrario, il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al servizio tecnico centrale.

Tabella 16.12 - Valori di resistenza e di allungamento accettabili

Caratteristica	Valore limite	Note
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 – 25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450 · (1,25 + 0,02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

### *Il prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove*

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati, provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche, e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

## **Art. 29 Elementi costruttivi prefabbricati**

### *29 Generalità*

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

In particolare, deve essere presente e operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del conglomerato cementizio, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito.

Gli elementi costruttivi di produzione occasionale devono essere comunque realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, secondo quanto indicato nel presente articolo.

### *30 Requisiti minimi degli stabilimenti e degli impianti di produzione*

Il processo di produzione degli elementi costruttivi prefabbricati, oggetto delle norme tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 14 gennaio 2008, deve essere caratterizzato almeno da:

- impianti in cui le materie costituenti siano conservate in sili, tramogge e contenitori che ne evitino ogni possibilità di confusione, dispersione o travaso;
- dosaggio a peso dei componenti solidi e dosaggio a volume, o a peso, dei soli componenti liquidi, mediante utilizzo di strumenti rispondenti alla normativa vigente;
- organizzazione mediante una sequenza completa di operazioni essenziali in termini di produzione e controllo;
- organizzazione di un sistema permanente di controllo documentato della produzione;
- rispetto delle norme di protezione dei lavoratori e dell'ambiente.

### *31 Controllo di produzione*

Gli impianti per la produzione del calcestruzzo destinato alla realizzazione di elementi costruttivi prefabbricati, disciplinati dalle norme tecniche per le costruzioni, devono essere idonei ad una produzione continua, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Il produttore di elementi prefabbricati deve dotarsi di un sistema di controllo della produzione, allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN ISO 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la norma **UNI CEI EN ISO/TEC 17021**.

Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee o internazionali applicabili.

### 32 *Controllo sui materiali per elementi di serie*

I controlli sui materiali dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni di legge vigenti.

Per il calcestruzzo impiegato con fini strutturali nei centri di produzione dei componenti prefabbricati di serie, il direttore tecnico di stabilimento dovrà effettuare il controllo continuo del conglomerato secondo le prescrizioni contenute nelle norme tecniche per le costruzioni, operando con attrezzature tarate annualmente da uno dei laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il tecnico suddetto provvederà alla trascrizione giornaliera dei risultati su appositi registri di produzione con data certa, da conservare per dieci anni da parte del produttore.

Detti registri devono essere disponibili per i competenti organi del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (servizio tecnico centrale), per i direttori dei lavori e per tutti gli aventi causa nella costruzione.

Le prove di stabilimento dovranno essere eseguite a 28 giorni di stagionatura e ai tempi significativi nelle varie fasi del ciclo tecnologico, secondo le modalità delle norme vigenti e su provini maturati in condizioni termogravimetriche di stagionatura conformi a quelle dei manufatti prefabbricati prodotti.

La resistenza caratteristica dovrà essere determinata secondo il metodo di controllo di tipo B, e immediatamente registrata.

Inoltre, dovranno eseguirsi controlli del calcestruzzo a 28 giorni di stagionatura, presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, per non meno di un prelievo ogni cinque giorni di produzione effettiva per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo. Tali risultati dovranno soddisfare il controllo di tipo A, operando su tre prelievi consecutivi, indipendentemente dal quantitativo di calcestruzzo prodotto.

Sarà cura del direttore tecnico dello stabilimento annotare sullo stesso registro i risultati delle prove di stabilimento e quelli del laboratorio esterno.

Infine, il tecnico abilitato dovrà predisporre periodicamente, almeno su base annua, una verifica della conformità statistica dei risultati dei controlli interni e di quelli effettuati da laboratorio esterno, tra loro e con le prescrizioni contenute nelle vigenti norme tecniche per le costruzioni.

### 33 *Controllo di produzione di serie controllata*

Per le produzioni per le quali è prevista la serie controllata, è richiesto il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione da parte del servizio tecnico centrale, secondo le procedure della qualificazione della produzione controllata.

### 34 *Prove di tipo iniziali per elementi di serie controllata*

La produzione in serie controllata di componenti strutturali deve essere preceduta da verifiche sperimentali su prototipi eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, appositamente incaricato dal produttore.

### 35 *Marchatura*

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie deve essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa, indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e dello stabilimento di produzione, nonché individuare la serie di origine dell'elemento.

Inoltre, per manufatti di peso superiore a 8 kN, dovrà essere indicato in modo visibile, per lo meno fino all'eventuale getto di completamento, anche il peso dell'elemento.

### 36 *Procedure di qualificazione*

La valutazione dell'idoneità del processo produttivo e del controllo di produzione in stabilimento, nonché della conformità del prodotto finito, è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

I produttori di elementi prefabbricati di serie devono procedere alla qualificazione dello stabilimento e degli elementi costruttivi prodotti trasmettendo, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001, idonea documentazione al servizio tecnico centrale della presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il servizio tecnico centrale ha facoltà, anche attraverso sopralluoghi, di accertare la validità e la rispondenza della documentazione, come pure il rispetto delle prescrizioni contenute nelle norme tecniche per le costruzioni.

### 37 *Qualificazione dello stabilimento*

Il riconoscimento dello stabilimento è il presupposto per ogni successivo riconoscimento di tipologie produttive.

La qualificazione del sistema organizzativo dello stabilimento e del processo produttivo deve essere dimostrata attraverso la presentazione di idonea documentazione, relativa alla struttura organizzativa della produzione e al sistema di controllo in stabilimento.

Nel caso in cui gli elementi costruttivi siano prodotti in più stabilimenti, la qualificazione deve essere riferita a ciascun centro di produzione.

### 38 *Qualificazione della produzione in serie dichiarata*

Tutte le ditte che procedono in stabilimento alla costruzione di manufatti prefabbricati in serie dichiarata, prima dell'inizio di una nuova produzione devono presentare apposita domanda al servizio tecnico centrale della presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Tale domanda deve essere corredata da idonea documentazione, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001 e di quanto indicato per la qualificazione dello stabilimento.

Sulla base della documentazione tecnica presentata, il servizio tecnico centrale rilascerà apposito attestato di qualificazione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.

L'attestato è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati relativi all'attività svolta e ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

### 39 *Qualificazione della produzione in serie controllata*

Oltre a quanto specificato per la produzione in serie dichiarata, la documentazione necessaria per la qualificazione della produzione in serie controllata dovrà comprendere la documentazione relativa alle prove a rottura su prototipo e una relazione interpretativa dei risultati delle prove stesse.

Sulla base della documentazione tecnica presentata, il servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, rilascerà apposita autorizzazione alla produzione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.

L'autorizzazione è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati, relativi all'attività svolta e ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

#### 40 *ospensioni e revoche*

È prevista la sospensione o, nei casi più gravi o di recidiva, la revoca degli attestati di qualificazione in serie dichiarata o controllata, ove il servizio tecnico centrale accerti, in qualsiasi momento, difformità tra i documenti depositati e la produzione effettiva, ovvero la mancata ottemperanza alle prescrizioni contenute nella vigente normativa tecnica.

I provvedimenti di sospensione e di revoca vengono adottati dal servizio tecnico centrale, sentito il parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, e sono atti definitivi.

#### 41 *Documenti di accompagnamento della fornitura. Verifiche del direttore dei lavori*

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata da una specifica documentazione, la cui conservazione è a cura del direttore dei lavori dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti. Tale documentazione comprende:

– apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001.

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera;

- apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;

- le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti.

– elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti, che dovranno essere consegnati dal direttore dei lavori al committente, a conclusione dell'opera;

– certificato di origine firmato dal direttore tecnico responsabile della produzione e dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il servizio tecnico centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato di qualificazione, nonché il nominativo del progettista;

– attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e copia della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;

– documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio ufficiale incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001.

Il direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie che non siano accompagnati da tutti i documenti predetti.

Inoltre, prima di procedere all'accettazione dei manufatti stessi, il direttore dei lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati con la marcatura prevista.

Il produttore di elementi prefabbricati deve, altresì, fornire al direttore dei lavori gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal progettista e dal direttore tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- destinazione del prodotto;

- requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;

- prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;
- tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

#### 42 *Norme complementari relative alle strutture prefabbricate*

Per *manufatti* o *elementi prefabbricati di serie* devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

Per *manufatti di produzione occasionale* si intendono i componenti prodotti senza il presupposto della ripetitività tipologica.

Il componente deve garantire i livelli di sicurezza e di prestazione sia come componente singolo, nelle fasi transitorie di sformatura, movimentazione, stoccaggio, trasporto e montaggio, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale una volta installato in opera.

#### 43 *Prodotti prefabbricati non soggetti a marcatura CE*

Per gli elementi strutturali prefabbricati, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una specifica tecnica elaborata ai sensi della direttiva 89/106/CEE (marcatura CE) e i cui riferimenti sono pubblicati sulla GUUE, sono previste due categorie di produzione:

- serie dichiarata;
- serie controllata.

I componenti per i quali non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, devono essere realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, e i produttori di componenti occasionali – in serie dichiarata e in serie controllata – devono, altresì, provvedere alla preventiva qualificazione del sistema di produzione, con le modalità indicate nelle nuove norme tecniche per le costruzioni.

#### 44 *Prodotti prefabbricati in serie*

Rientrano tra i prodotti prefabbricati in serie:

- i componenti di serie per i quali è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086;
- i componenti per i quali è stata rilasciata la certificazione di idoneità ai sensi degli artt. 1 e 7 della legge 2 febbraio 74, n. 64;
- ogni altro componente prodotto in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

#### 35 *Prodotti prefabbricati in serie dichiarata*

Rientrano in serie dichiarata i componenti di serie che, pur appartenendo ad una tipologia predefinita, vengono progettati di volta in volta su commessa per dimensioni e armature (serie tipologica).

Per le tipologie predefinite il produttore dovrà provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione di cui al paragrafo 11.8 delle nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto tipo presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle Infrastrutture.

Per ogni singolo impiego delle serie tipologiche, la specifica documentazione tecnica dei componenti prodotti in serie dovrà essere allegata alla documentazione progettuale depositata presso l'ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia.

Rientrano, altresì, in serie dichiarata i componenti di serie costituiti da un tipo compiutamente determinato, predefinito in dimensioni e armature sulla base di un progetto depositato (serie ripetitiva).

Per ogni tipo di componente, o per ogni famiglia omogenea di tipi, il produttore dovrà provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione secondo le nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto specifico presso il servizio tecnico centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Per ogni singolo impiego delle serie ripetitive, sarà sufficiente allegare alla documentazione progettuale depositata presso l'ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia, gli estremi del deposito presso il servizio tecnico centrale.

### *36 Prodotti prefabbricati in serie controllata*

Per *serie controllata* si intende la produzione di serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per la serie dichiarata, sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo permanente della produzione.

Devono essere prodotti in serie controllata:

- i componenti costituiti da assetti strutturali non consueti;
- i componenti realizzati con l'impiego di calcestruzzi speciali o di classe > C 45/55;
- i componenti armati o precompressi con spessori, anche locali, inferiori a 40 mm;
- i componenti il cui progetto sia redatto su modelli di calcolo non previsti dalle norme tecniche per le costruzioni.

Per i componenti ricadenti in uno dei casi sopra elencati, è obbligatorio il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione, secondo le procedure delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

### *37 Responsabilità e competenze*

Il progettista e il direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e della sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a piè d'opera.

È responsabilità del progettista e del direttore dei lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

I componenti prodotti negli stabilimenti permanenti devono essere realizzati sotto la responsabilità di un direttore tecnico dello stabilimento, dotato di adeguata abilitazione professionale, che assume le responsabilità proprie del direttore dei lavori.

I componenti di produzione occasionale devono, inoltre, essere realizzati sotto la vigilanza del direttore dei lavori dell'opera di destinazione.

I funzionari del servizio tecnico centrale potranno accedere anche senza preavviso agli stabilimenti di produzione dei componenti prefabbricati per l'accertamento del rispetto delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

### *38 Prove su componenti*

Per verificare le prestazioni di un nuovo prodotto o di una nuova tecnologia produttiva e accertare l'affidabilità dei modelli di calcolo impiegati nelle verifiche di resistenza, prima di dare inizio alla produzione corrente è necessario eseguire delle prove di carico su un adeguato numero di prototipi al vero, portati fino a rottura.

Tali prove sono obbligatorie, in aggiunta alle prove correnti sui materiali di cui al capitolo 11 delle nuove norme tecniche per le costruzioni, per le produzioni in serie controllata.

### *39 Norme complementari*

Le verifiche del componente devono essere fatte con riferimento al livello di maturazione e di resistenza raggiunto, controllato mediante prove sui materiali di cui al capitolo 11 delle nuove norme tecniche per le

costruzioni ed eventuali prove su prototipo prima della movimentazione del componente e del cimento statico dello stesso.

I dispositivi di sollevamento e movimentazione devono essere esplicitamente previsti nel progetto del componente strutturale e realizzati con materiali appropriati e dimensionati per le sollecitazioni previste.

Il copriferro degli elementi prefabbricati deve rispettare le regole generali dell'art. 60 del presente capitolato speciale.

#### *40 Appoggi*

Per i componenti appoggiati in via definitiva, particolare attenzione va posta alla posizione e dimensione dell'apparecchio d'appoggio, sia rispetto alla geometria dell'elemento di sostegno, sia rispetto alla sezione terminale dell'elemento portato, tenendo nel dovuto conto le tolleranze dimensionali e di montaggio e le deformazioni per fenomeni reologici e/o termici.

I vincoli provvisori o definitivi devono essere, se necessario, validati attraverso prove sperimentali.

Gli appoggi scorrevoli devono consentire gli spostamenti relativi previsti senza perdita della capacità portante.

### 3 Realizzazione delle unioni

Le unioni devono avere resistenza e deformabilità coerenti con le ipotesi progettuali.

#### *33 Tolleranze*

Le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente sono quelle indicate dal produttore. Il componente che non rispetta tali tolleranze deve essere giudicato non conforme e, quindi, potrà essere consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte del direttore dei lavori.

Il montaggio dei componenti e il completamento dell'opera devono essere conformi alle previsioni di progetto esecutivo. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere analizzate dal direttore dei lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

## **Capitolo 4**

### **MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO E IMPIANTISTICHE**

#### **Art. 30 Calci idrauliche da costruzioni**

Le calci da costruzione sono utilizzate come leganti per la preparazione di malte (da muratura e per intonaci interni ed esterni) e per la produzione di altri prodotti da costruzione. La norma **UNI EN 459-1** classifica le calci idrauliche nelle seguenti categorie e relative sigle di identificazione:

- calci idrauliche naturali (NHL): derivate esclusivamente da marne naturali o da calcari silicei, con la semplice aggiunta di acqua per lo spegnimento;
- calci idrauliche naturali con materiali aggiunti (NHL-Z), uguali alle precedenti, cui vengono aggiunti sino al 20% in massa di materiali idraulizzanti o pozzolane;
- calci idrauliche (HL), costituite prevalentemente da idrossido di Ca, silicati e alluminati di Ca, prodotti mediante miscelazione di materiali appropriati.

La resistenza a compressione della calce è indicata dal numero che segue dopo la sigla (NHL 2, NHL 3.5 e NHL 5). La resistenza a compressione (in MPa) è quella ottenuta da un provino di malta dopo 28 giorni di stagionatura, secondo la norma UNI EN 459-2.

Le categorie di calci idrauliche NHL-Z e HL sono quelle che in passato ha costituito la calce idraulica naturale propriamente detta.

Il prodotto, che può essere fornito in sacchi o sfuso, deve essere accompagnato dalla documentazione rilasciata dal produttore.

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

**UNI EN 459-1** – *Calci da costruzione. Definizioni, specifiche e criteri di conformità;*

**UNI EN 459-2** – *Calci da costruzione. Metodi di prova;*

**UNI EN 459-3** – *Calci da costruzione. Valutazione della conformità.*

#### **Art. 31 Vernici, smalti, pitture, ecc.**

##### *45 Generalità*

I contenitori originali delle vernici e delle pitture devono rimanere sigillati in cantiere fino al momento dell'impiego dei prodotti contenuti. Quando una parte di vernice viene estratta, i contenitori devono essere richiusi con il loro coperchio originale. Lo stato e la sigillatura dei contenitori devono essere sottoposti all'esame del direttore dei lavori. La stessa verifica deve essere attuata al momento dell'apertura dei contenitori, per controllare lo stato delle vernici o delle pitture.

Tutti i prodotti dovranno essere accompagnati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore ai fini della verifica della corretta preparazione e applicazione. Le schede dovranno essere formalmente trasmesse alla direzione dei lavori.

##### *46 Vernici protettive antiruggine*

Le vernici antiruggine su superfici non zincate devono essere a base di zinco, minio oleofenolico o cromato.

##### *47 Smalti*

Gli smalti devono possedere buone caratteristiche di copertura, distensione e adesione, stabilità di colore e resistenza elevata alle condizioni atmosferiche esterne che generalmente possono verificarsi nella zona ove devono essere impiegati.

#### 48 *Diluenti*

I diluenti da impiegarsi devono essere del tipo prescritto dal produttore delle vernici e degli smalti adottati. In ogni caso, devono essere di tipo e composizione tale da non alterare né sminuire minimamente le caratteristiche del prodotto da diluire.

#### 49 *Norme di riferimento*

**UNI 10997** – Edilizia. Rivestimenti su supporti murari esterni di nuova costruzione con sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura ed impregnazione superficiale. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione;

**UNI 8681** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura e impregnazione superficiale. Criteri generali di classificazione;

**UNI 8755** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di attitudine all'immagazzinamento e all'applicazione;

**UNI 8756** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di identificazione e metodi di prova;

**UNI 8757** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica;

**UNI 8758** – Edilizia. Sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica;

**UNI EN 1062-1** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 1: Classificazione;

**UNI EN 1062-3** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Parte 3: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida;

**UNI EN 1062-6** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Determinazione della permeabilità all'anidride carbonica;

**UNI EN 1062-7** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 7: Determinazione delle proprietà di resistenza alla screpolatura;

**UNI EN 1062-11** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Metodi di condizionamento prima delle prove;

**UNI EN 13300** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura all'acqua per pareti e soffitti interni. Classificazione;

**UNI EN 927-1** – Prodotti vernicianti. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Classificazione e selezione;

**UNI EN 927-2** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 2: Specifica delle prestazioni;

**UNI EN 927-3** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 3: Prova d'invecchiamento naturale;

**UNI EN 927-5** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 5: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida;

**UNI EN 927-6** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 6: Esposizione di rivestimenti per legno all'invecchiamento artificiale utilizzando lampade fluorescenti e acqua;

**UNI EN ISO 12944-1** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;

**UNI EN ISO 12944-2** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;

**UNI EN ISO 12944-3** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Considerazioni sulla progettazione;

**UNI EN ISO 12944-4** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Tipi di superficie e loro preparazione;

**UNI EN ISO 12944-5** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva;

**UNI 10527** – Prodotti vernicianti. Preparazione dei supporti di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti simili. Prove per valutare la pulizia delle superfici. Prova in campo per prodotti solubili di corrosione del ferro;

**UNI 10560** – Prodotti vernicianti Pitture murali in emulsione per interno. Resistenza al lavaggio. Metodo della spazzola;

**UNI 11272** – Pitture e vernici. Linee guida per la stesura di garanzie tecniche di durata per rivestimenti ottenuti con prodotti vernicianti;

**UNI 8305** – Prodotti vernicianti. Esame preliminare e preparazione dei campioni per il collaudo;

**UNI 8405** – Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del colore in massa dei pigmenti;

**UNI 8406** – Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del tono in diluizione e del potere colorante dei pigmenti;

**UNI 8901** – Prodotti vernicianti. Determinazione della resistenza all'urto.

## **Art. 32 Geotessili**

### *1 Geotessili*

Si definiscono *geotessili* i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) e in coperture. La natura del polimero costituente è ..... (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura), chimico (impregnazione), oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

I geotessili sono caratterizzati da:

- filamento continuo (o da fiocco);
- trattamento legante meccanico (o chimico o termico);
- peso unitario di .....

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI di cui al successivo punto e/o è in possesso di attestato di conformità. In loro mancanza, valgono i valori dichiarati dal produttore e accettati dalla direzione dei lavori.

### *3 Geotessili. Norme di riferimento*

Quando non è specificato nel progetto esecutivo, i geotessili devono essere rispondenti alle seguenti norme:

**UNI EN ISO 13433** – Geosintetici. Prova di punzonamento dinamico (prova di caduta del cono);

**UNI EN ISO 9863-2** – Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite. Procedura per la determinazione dello spessore dei singoli strati di prodotti multistrato;

**UNI EN ISO 10319** – Geotessili. Prova di trazione a banda larga;

**UNI EN ISO 10321** – Geosintetici. Prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture;

**UNI EN 12447** – Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'idrolisi;

**UNI EN 12224** – Geotessili e prodotti affini. Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici;

**UNI EN 12225** – Geotessili e prodotti affini. Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interrimento;

**UNI EN 12226** – Geotessili e prodotti affini. Prove generali per valutazioni successive a prove di durabilità;

**UNI EN ISO 12236** – *Geotessili e prodotti affini. Prova di punzonamento statico (metodo CBR)*;  
**UNI EN ISO 13438** – *Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione.*

### **Art. 33 Tubazioni per impianti di adduzione dell'acqua, gas, fognature, ecc.**

Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, deve eseguire dei controlli in cantiere e presso laboratori ufficiali sul prodotto fornito secondo le modalità di seguito indicate:

- presso gli stabilimenti di produzione e/o di rivestimento:
  - verifica del ciclo di produzione e controllo dimensionale dei tubi;
  - controllo della composizione chimica;
  - controllo delle caratteristiche meccaniche;
  - prova di trazione sia sul materiale base del tubo che sul cordone di saldatura (per la determinazione del carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);
  - prova di curvatura (bending test);
  - prova di schiacciamento;
  - prova di piegamento;
  - prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, ad ultrasuoni, con liquidi penetranti);
  - controllo dei rivestimenti (spessori e integrità), controllo con holiday detector a 15 KV del rivestimento esterno.
- presso il deposito di stoccaggio:
  - controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la saldatura di testa e del rivestimento interno ed esterno dei tubi.

Nel caso in cui il controllo della qualità in fase di accettazione risultasse non conforme alle specifiche di progetto e delle specifiche norme UNI, il direttore dei lavori notificherà per iscritto i difetti riscontrati all'appaltatore, che avrà cinque giorni di tempo per effettuare le proprie verifiche e presentare le proprie controdeduzioni in forma scritta.

In caso di discordanza tra i risultati ottenuti, si provvederà entro i dieci giorni successivi ad attuare ulteriori verifiche, da eseguire in conformità alle normative di riferimento presso istituti esterni specializzati, scelti insindacabilmente dal committente e abilitati al rilascio delle certificazioni a norma di legge, eventualmente alla presenza di rappresentanti del committente e dell'appaltatore. Anche tali ulteriori verifiche saranno a totale carico dell'appaltatore, e avranno valore definitivo circa la rispondenza o meno della fornitura ai requisiti contrattuali.

#### *1 Tubazioni in PVC*

Le principali norme di riferimento per le condotte in PVC pieno e strutturato sono:

- per i fluidi in pressione: **UNI EN 1452**;
- per gli scarichi nei fabbricati: **UNI EN 1329** e **UNI 1543** (PVC strutturato);
- per le fognature: **UNI EN 1401**;
- per gli scarichi industriali: **UNI EN ISO 15493**.

2

#### *Tubazioni per adduzione d'acqua*

La norma **UNI EN 1452-1** specifica gli aspetti generali dei sistemi di tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) nel campo dell'adduzione d'acqua. Le parti comprese tra la seconda e la quinta della stessa norma si applicano ai tubi, raccordi, valvole e attrezzature ausiliarie di PVC-U e anche alle loro giunzioni e alle giunzioni con componenti di altri materiali plastici e non plastici, che possono essere utilizzati per gli impieghi seguenti:

- condotte principali e diramazioni interrate;
- trasporto di acqua sopra terra sia all'esterno che all'interno degli edifici;
- fornitura di acqua sotto pressione a circa 20°C (acqua fredda), destinata al consumo umano e per usi generali.

La norma è anche applicabile ai componenti per l'adduzione d'acqua fino 45°C compresi.

Le caratteristiche della polvere di PVC devono rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1452-1** e soddisfare la tabella 44.5.

**Tabella 44.5 - Caratteristiche della resina (polvere) di PVC**

Caratteristiche	Requisiti
Valore <i>K</i>	65÷70
Peso specifico apparente	0,5÷0,6
Granulometria	> 250 µm 5% max < 63 µm 5% max
VCM residuo (vinil cloruro monomero)	< 1 ppm (1mg/kg max)
Sostanze volatili	≤ 0,3%

### 3 Composizione di PVC-U

Il materiale con cui sono prodotti i tubi in PVC-U, i raccordi e le valvole, deve essere una composizione (compound) di policloruro di vinile non plastificato. Questa composizione deve consistere di una resina PVC-U, alla quale sono aggiunte le sostanze necessarie per facilitare la fabbricazione di tubi, raccordi e valvole conformi alle varie parti della norma **UNI EN 1452**.

Nessuno degli additivi deve essere utilizzato, separatamente o insieme agli altri, in quantità tali da costituire un pericolo tossico, organolettico o microbiologico, o per influenzare negativamente la fabbricazione o le proprietà di incollaggio del prodotto, o, ancora, per influire negativamente sulle sue proprietà, fisiche o meccaniche (in particolare la resistenza agli urti e la resistenza meccanica a lungo termine), come definito in varie parti della norma **UNI EN 1452**.

Non è ammesso l'impiego di:

- plastificanti e/o cariche minerali che possano alterare le caratteristiche meccaniche e igieniche del tubo;
- PVC proveniente dalla rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;
- materiale di primo uso estruso, ottenuto, cioè, dalla molitura di tubi e raccordi, già estrusi anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.

Le caratteristiche del blend in forma di tubo devono rispondere ai requisiti della norma **UNI EN1452-1** e soddisfare la tabella 44.6.

**Tabella 44. 6 - Caratteristiche della miscela**

Caratteristiche	Requisiti
M.R.S. (secondo ISO/TR 9080)	≥ 25 MPa
Peso specifico	1,35÷1,46 g/cm <sup>3</sup>
Carico unitario a snervamento	≥ 48 MPa
Allungamento a snervamento	< 10%
Modulo di elasticità	> 3000 MPa
Coefficiente di dilatazione termica lineare	0,06 ÷ 0,08 mm/m°C
Conduttività termica	0,13 kcal/mh°C

### 6 Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi devono essere di colore grigio, blu o crema. Il colore dei tubi deve essere uniforme per tutto il loro spessore. Per le applicazioni sopra terra non devono essere impiegati tubi di colore crema. In considerazione dell'eventuale esposizione ai raggi solari, un pur minimo abbassamento della tonalità del colore su di una parte del tubo non deve compromettere l'idoneità del tubo all'impiego e costituire un conseguente motivo di rifiuto della fornitura.

La parete del tubo deve essere opaca e non deve trasmettere più dello 0,2% della luce visibile, misurata secondo la norma **UNI EN 578**. Questo requisito non è applicabile ai tubi di colore crema.

### 7 Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche meccaniche e fisiche dei tubi devono rispondere ai requisiti della norma **UNI EN1452-2** e soddisfare la tabella 44.7.

Tabella 44.7 - Caratteristiche meccaniche e fisiche dei tubi

Caratteristiche	Requisiti	Metodi di prova	
Resistenza all'urto	T = 0°C-TIR < 10% conformi al prospetto 6 della norma UNI EN 1452-2	UNI EN 744	
Resistenza alla pressione intera	Nessun cedimento durante la prova 20°C/1h/sigma= 42 MPa 20°C/100 h/sigma= 35 MPa 60°C/1000 h/sigma= 12,5 MPa	UNI EN 921	
Temperatura di rammollimento Vicat (vst)	> 80°C	conformi alla norma UNI EN 727 UNI EN 727	
Ritiro longitudinale	≤ 5% Il tubo non deve presentare delaminazione, bolle o rotture	temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: - e ≤ 8 mm: 15 min; - e > 8 mm: 30 min.  oppure:  temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: - e ≤ 8 mm: 30 min; - e > 8 mm: 60 min,	UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido UNI EN 743. Metodo B: in aria
Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	temperatura di prova: 15°C tempo di immersione: 30 min UNI EN 580	

### 8 Caratteristiche geometriche

I tubi devono essere dei formati (SDR) previsti dalla premessa nazionale alla norma **UNI EN 1452** e avere dimensioni conformi ai valori riportati nei prospetti 1, 2 e 3 del capitolo 6 della norma **UNI EN 1452-2** – *Caratteristiche geometriche*.

Il diametro esterno nominale  $d_n$  di un tubo deve essere conforme al prospetto 1 della norma **UNI EN 1452-2**.

Il diametro esterno medio  $d_{em}$  di un tubo deve essere conforme al relativo diametro esterno nominale  $d_n$  entro le tolleranze date nel prospetto 1 della norma **UNI EN 1452-2**.

Le tolleranze per lo scostamento della circolarità devono essere conformi al prospetto 1 della norma **UNI EN 1452-2**.

La lunghezza nominale del tubo, normalmente di 6 m, deve essere una lunghezza minima, che non deve comprendere la profondità delle parti del bicchiere.

**Tabella 44.8 - Spessori minimi di parete dei tubi**

Diametro esterno nominale $d_n$ [mm]	Spessore di parete nominale (minimo) [mm]			
	PN 6 bar	PN 10 bar	PN 16 bar	PN 20 bar
20	-	-	1.5	1.9
25			1.9	2.3
32		1.6	2.4	2.9
40	1.5	1.9	3.0	3.7
50	1.6	2.4	3.7	4.6
63	2.0	3.0	4.7	5.8
75	2.3	3.6	5.6	6.8
90	2.8	4.3	6.7	8.2
110	2.7	4.2	6.6	8.1
125	3.1	4.8	7.4	9.2
140	3.5	5.4	8.3	10.3
160	4.0	6.2	9.5	11.8
180	4.4	6.9	10.7	13.3
200	4.9	7.7	11.9	14.7
225	5.5	8.6	13.4	16.6
250	6.2	9.6	14.8	18.4
280	6.9	10.7	16.6	20.6
315	7.7	12.1	18.7	23.2
355	8.7	13.6	21.1	26.1
400	9.8	15.3	23.7	29.4
450	11.0	17.2	26.7	33.1
500	12.3	19.1	29.7	36.8
630	15.4	24.1	-	-
710	17.4	27.2		
800	19.6	30.6		
900	22.0	-		
1000	24.5			

#### 9 Spessori di parete e relative tolleranze

Gli spessori nominali di parete  $e_n$  sono classificati in base alle serie dei tubi  $S$ .

Lo spessore nominale di parete corrisponde allo spessore di parete minimo ammissibile.

Lo spessore nominale di parete deve essere conforme al prospetto 2 della norma **UNI EN 1452-2**, appropriato alla serie del tubo.

La tolleranza per lo spessore di parete medio  $e_m$  deve essere conforme al prospetto 3 della norma **UNI EN 1452-2**.

#### 10 Estremità dei tubi per giunti con guarnizione o incollati

I tubi con estremità lisce da utilizzare con guarnizioni elastomeriche o con bicchieri incollati, devono essere smussate come illustrato in figura 3 della norma **UNI EN 1452-2**. I tubi a estremità lisce, da utilizzare per altri giunti incollati, non devono avere bordi acuminati come previsto dalla stessa norma.

#### 11 Guarnizioni di tenuta

Il materiale impiegato per gli anelli di tenuta utilizzati nelle giunzioni dei tubi deve rispondere alla norma **UNI EN 681-1** e deve essere conforme alla classe appropriata. Le guarnizioni devono essere assolutamente atossiche secondo le normative cogenti (disciplina igienico sanitaria).

Il sistema di giunzione, per ciascuna classe di pressione (PN) presente nella fornitura, deve rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1452-5**, ed essere testato secondo le norme:

**UNI EN ISO 13844** – Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U. Metodo di prova per la tenuta a pressioni negative;

**UNI EN ISO 13845** – Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U. Metodo di prova per la tenuta alla pressione interna con deflessione angolare del giunto.

## 12 Marcatura

I particolari della marcatura devono essere stampati o formati direttamente sul tubo a intervalli massimi di 1 m, in modo che dopo immagazzinamento, esposizione alle intemperie, maneggio e posa in opera, la leggibilità sia mantenuta durante l'uso del prodotto. La marcatura non deve provocare fessure o altri tipi di deterioramento del prodotto. Il colore delle informazioni stampate deve essere differente dal colore di base dei tubi. I caratteri della marcatura devono essere tali da essere leggibili senza ingrandimento.

La marcatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare almeno le seguenti indicazioni:

- numero della norma di sistema (**EN 1452**);
- nome del fabbricante e/o marchio commerciale;
- materiale;
- diametro esterno nominale  $d_n$  · spessore di parete  $e_n$ ;
- pressione nominale PN1;
- informazioni del fabbricante;
- numero della linea di estrusione.

I tubi da impiegare specificamente per la distribuzione di acqua pubblica devono, inoltre, riportare una marcatura con la parola *acqua*.

### *Tubazioni per fognature e scarichi interrati non in pressione*

## 13 Requisiti della materia prima dei tubi e dei raccordi

Il materiale con il quale i tubi devono essere fabbricati, consta di una miscela a base di polivinilcloruro e additivi necessari alla trasformazione.

Il PVC nei tubi deve essere almeno l'80% sulla miscela totale.

Il PVC nei raccordi deve essere almeno l'85% sulla miscela totale.

La formulazione deve garantire la prestazione dei tubi e dei raccordi nel corso dell'intera vita dell'opera. La quantità minima di resina PVC nel materiale costituente i tubi e i raccordi deve essere quella prescritta dalle norme di riferimento:

- tubi: contenuto di PVC  $\geq 80\%$  in massa verificato secondo la norma **UNI EN 1905** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro.*

- raccordi: contenuto di PVC  $\geq 85\%$  in massa verificato secondo la norma **UNI EN 1905** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro.*

Il contenuto minimo di PVC può essere verificato su campioni prelevati in tutte le fasi del processo (durante la produzione, da magazzino, da cantiere).

Tabella 44.9 - Caratteristiche della materia prima in forma di tubo

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova	
Contenuto di PVC	$\geq 80\%$ in massa	Determinazione analitica del contenuto di PVC in base al contenuto di cloro totale	UNI EN 1905	
Massa volumica	$< 1,53 \text{ gr/cm}^3$	Prova: metodo per immersione	SO 1183	
Resistenza alla pressione interna	Nessun cedimento durante il periodo di prova	Chiusure di estremità	tipo A o tipo B	UNI EN 921
		Temperatura di prova	60°C	
		Orientamento	libero	
		Numero di provette	3	
		Tensione circonferenziale	10 MPa	
		Tempo condizionamento	di 1 h	

	Tipo di prova	acqua in acqua
	Periodo di prova	1000 h

#### 14 Caratteristiche dei tubi

I tubi in PVC-U a parete compatta devono avere classe di rigidità nominale SN ..... (kN/m<sup>2</sup>), diametro ..... (mm), spessore..... (mm), SDR ....., conformi alla norma **UNI EN 1401-1** e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o UD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma **UNI EN 681-1** e realizzato con materiale elastomerico.

#### 15 Raccordi

I raccordi in PVC-U a parete compatta devono avere una classe di rigidità nominale di minimo SN 4 (kN/m<sup>2</sup>), diametro ..... (mm), spessore..... (mm), SDR max 41, conformi alla norma **UNI EN 1401-1** e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o UD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma **UNI EN 681-1** e realizzato con materiale elastomerico.

#### 16 Dimensioni dei tubi

I tubi devono avere i diametri, gli spessori e le tolleranze rispondenti ai valori riportati nella norma **UNI EN 1401** capitolo 6, prospetti n. 3, 4, 5 e 6. In particolare, gli spessori dovranno essere conformi alla tabella 44.10, le caratteristiche meccaniche dovranno essere conformi alla tabella 44.11 e le caratteristiche fisiche dovranno essere conformi alla tabella 44.12.

Tabella 44. 10 - Dimensione dei tubi

Dimensione nominale [DN/OD]	Diametro esterno nominale $d_n$	SN2 SDR 51		SN4 SDR 41		SN 8 SDR 34	
		e min	e max	e min	e max	e min	e max
110	110	-	-	3.2	3.8	3.2	3.8
125	125	-	-	3.2	3.8	3.7	4.3
160	160	3.2	3.8	4.0	4.6	4.7	5.4
200	200	3.9	4.5	4.9	5.6	5.9	6.7
250	250	4.9	5.6	6.2	7.1	7.3	8.3
315	315	6.2	7.1	7.7	8.7	9.2	10.4
355	355	7.0	7.9	8.7	9.8	10.4	11.7
400	400	7.9	8.9	9.8	11.0	11.7	13.1
450	450	8.8	9.9	11.0	12.3	13.2	14.8
500	500	9.8	11.0	12.3	13.8	14.6	16.3
630	630	12.3	13.8	15.4	17.2	18.4	20.5
710	710	13.9	15.5	17.4	19.4	-	-
800	800	15.7	17.5	19.6	21.8	-	-
900	900	17.6	19.6	22.0	24.4	-	-
1000	1000	19.6	21.8	24.5	27.2	-	-

Tabella 44.11 - Caratteristiche meccaniche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodi di prova
Resistenza all'urto	TIR ≤ 10%	Temperatura di prova		UNI EN 744
		(0±1)°C		
		Mezzo di condizionamento		
		Acqua o aria		
		Tipo di percussore		
d 90		Massa del percussore per:		
$d_{em} = 110$ mm		1 kg		

$d_{em} = 125 \text{ mm}$	1,25 kg
$d_{em} = 160 \text{ mm}$	1,6 kg
$d_{em} = 200 \text{ mm}$	2,0 kg
$d_{em} = 250 \text{ mm}$	2,5 kg
$d_{em} > 315 \text{ mm}$	3,2 kg
Altezza di caduta del percussore per:	
$d_{em} < 110 \text{ mm}$	1600 mm
$d_{em} > 110 \text{ mm}$	2000 mm

**Tabella 44. 12 - Caratteristiche fisiche**

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova
Temperatura di rammollimento Vicat (VST)	> 79°C	conformi alla norma UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	≤ 5% Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: - per e ≤ 8 mm: 15 min; - per e > 8 mm: 30 min.  oppure:	UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido
		temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: - e ≤ 4 mm: 30 min; 30 min; - 4 mm < e ≤ 8 mm: 60 min; - e > 16 mm: 120 min.	UNI EN 743. Metodo B: in aria
Resistenza al dicloro- metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580

#### 17 Marcatura

La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma **UNI EN 1401** e contenere almeno con intervalli di massimo 2 m le seguenti informazioni:

- numero della norma: **UNI EN 1401**;
- codice d'area di applicazione: U e UD;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- indicazione del materiale (PVC-U);
- dimensione nominale (DN/OD);
- spessore minimo di parete (SDR);
- rigidità anulare nominale (SN);
- informazioni del fabbricante (data e luogo di produzione ai fini della rintracciabilità).

#### 18 Sistema qualità e certificazioni

La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità alla norma **UNI EN ISO 9001** del proprio sistema di qualità aziendale, rilasciata secondo la norma **UNI CEI EN 45012** da società o enti terzi riconosciuti e accreditati Sincert.

La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità del prodotto (marchio di qualità) sull'intera gamma fornita, rilasciati secondo la norma **UNI CEI EN 45011** da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert.

La ditta produttrice deve allegare alle consegne una dichiarazione di conformità alla norma con specifico riferimento al contenuto minimo di resina PVC ≥ 80% in massa per i tubi.

*Tubazioni per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati*

#### 19 Materiale di base

I tubi e i raccordi devono essere realizzati con PVC-U e adeguati additivi.

Il contenuto di PVC deve essere maggiore o uguale all'80% per tubi e all'85% per i raccordi. Il valore di PVC deve essere determinato con metodo in base alla norma **UNI EN1905**.

È ammesso l'utilizzo di materiale non vergine, secondo le modalità specificate dall'allegato A della norma **UNI EN 1329-1**.

## 20 Codice dell'area di applicazione

Nella marcatura, i tubi e i raccordi devono essere identificati dai seguenti codici, per indicare l'area di applicazione a cui sono destinati:

- codice B: per l'area di applicazione dei componenti destinati all'uso sopra terra all'interno degli edifici o per componenti all'esterno degli edifici fissati alle pareti;
- codice D: riferito ad un'area sotto ed entro 1 m dall'edificio dove i tubi e i raccordi sono interrati e collegati al sistema di tubazione interrato per le acque di scarico;
- codice BD: riferito ai componenti destinati alle applicazioni in entrambe le aree B e D.
- codici U e UD: non sono compresi dalla norma **UNI EN 1329-1**. Per la relativa definizione si rimanda alla norma **UNI EN 1401-1**.

## 21 Utilizzo

La norma **UNI EN 1329-1** si applica ai tubi e ai raccordi di PVC-U, alle loro giunzioni e alle giunzioni con componenti di altri materiali plastici (marcati con B o BD) destinati ai seguenti utilizzi:

- tubazioni di scarico per acque domestiche a bassa e ad alta temperatura;
- tubi di ventilazione collegati agli scarichi di cui al punto precedente;
- scarichi di acque piovane all'interno della struttura dell'edificio;

I tubi e i raccordi possono essere utilizzati in due aree di applicazione, ovvero all'interno della struttura degli edifici (marcati con sigla B) e nel sottosuolo entro la struttura degli edifici (marcati con sigla BD). La lunghezza dei tubi non comprende il bicchiere.

Per l'uso di tubazioni interrate nell'area interna della struttura dell'edificio, si intendono solamente i componenti (marcati BD) con diametro esterno nominale uguale o maggiore di 75 mm.

## 22 Caratteristiche geometriche

Le caratteristiche geometriche sono le seguenti:

- il diametro esterno nominale è compreso tra 32-315 mm;
- l'ovalizzazione è  $\leq 0,024 d_n$ ;
- la lunghezza tubi è definita dal produttore (escluso il bicchiere);
- lo smusso della testata del tubo ha un angolo compreso tra i 15° e i 45°;
- lo spessore della parete varia in funzione del  $d_n$  e dell'area di applicazione;
- la lunghezza, il diametro e gli spessori dei raccordi sono definiti dalla norma **UNI EN 1329-1**, in funzione del tipo di giunto da realizzare e dell'area di applicazione;
- i raccordi sono realizzati con curve, manicotti, riduzioni e deviatori, secondo figure definite.

## 23 Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche dei tubi sono identificate dalla resistenza all'urto e per aree fredde con urto a -10°C.

## 24 Caratteristiche fisiche

Le caratteristiche dei tubi sono identificate da:

- temperatura di rammollimento Vicat;
- ritiro longitudinale;
- resistenza di clorometano;

Le caratteristiche dei raccordi, invece, sono identificate da:

- temperatura di rammollimento Vicat;
- effetti calore.

Tali valori sono riassunti nella tabella 44.13.

**Tabella 44. 13 - Caratteristiche fisiche**

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova
Temperatura di rammollimento Vicat(VST)	> 79°C	conformi alla norma UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	≤ 5% Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: 15 min oppure: temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido
			UNI EN 743. Metodo B: in aria
Resistenza al dicloro- metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	temperatura di prova: 15°C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580

### 25 Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite, ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi e i raccordi devono essere uniformemente colorati attraverso il loro intero spessore. Il colore raccomandato dei tubi e dei raccordi deve essere il grigio.

### 26 Raccordi

I raccordi possono essere realizzati con due sistemi di giunzione:

- bicchiere a guarnizione monolabbro;
- bicchiere ad incollare.

### 27 Guarnizioni di tenuta

La guarnizione di tenuta non deve presentare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e del raccordo e non deve provocare la non rispondenza dell'assemblaggio di prova ai requisiti del prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

I materiali per le guarnizioni devono essere conformi alla norma **UNI EN 681-1** o alla norma **UNI EN 681-2**, a seconda dei casi.

Le guarnizioni di elastomeri termoplastici (TPE) devono, inoltre, essere conformi ai requisiti prestazionali a lungo termine specificati nel prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

### 28 Adesivi

Gli adesivi impiegati devono essere colle a solvente e devono essere specificati dal fabbricante dei tubi o dei raccordi o da un accordo tecnico di parte terza.

Gli adesivi non devono esercitare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e del raccordo e non devono causare la mancata rispondenza dell'assemblaggio di prova ai requisiti previsti dal prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

### 29 Emissione di rumore

I sistemi di tubazioni devono garantire un'emissione di rumore inferiore a quanto previsto dal D.P.C.M. 5 dicembre 1991, che per impianti a funzionamento discontinuo prevede un limite di 35 dB misurato in opera secondo la norma **UNI EN ISO 16032**. I sistemi di tubazioni devono essere realizzati con materiali che

permettano la classificazione al fuoco secondo la norma **UNI EN 13051** e le relative euroclassi di reazione al fuoco. Garantiscono la posa a regola d'arte secondo quanto previsto da D.M 22 gennaio 2008, n. 37.

### 30 Procedura di controllo della produzione

L'azienda produttrice deve esibire la procedura di controllo della produzione secondo la norma **UNI EN ISO 9001/2000** e con procedure assimilabili ed esibire certificazioni di qualità dei sistemi di tubazioni rilasciate da enti riconosciuti e qualificati Sincert.

### 31 Marcatura

La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma **UNI EN 1329-1**, con intervalli di massimo 1 m, e contenere almeno le seguenti informazioni:

- numero della norma: **UNI EN 1329-1**;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- diametro nominale;
- spessore di parete minimo;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- rigidità anulare per l'area di applicazione BD;
- informazione del fabbricante;

Per impiego a basse temperature (simbolo del cristallo di ghiaccio), la marcatura dei raccordi deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- numero della norma: **UNI EN 1329-1**;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- diametro nominale;
- angolo nominale;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- rigidità anulare nominale per applicazione nell'area BD.

La marcatura per incisione deve ridurre lo spessore per non più di 0,25 mm. In caso contrario, non deve essere ritenuta conforme.

3

### Norme di riferimento

a) tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua:

**UNI EN 1452-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Generalità;

**UNI EN 1452-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Tubi;

**UNI EN 1452-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Raccordi;

**UNI EN 1452-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Valvole e attrezzature ausiliarie;

**UNI EN 1452-5** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Idoneità all'impiego del sistema;

**UNI ENV 1452-6** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per l'installazione;

**UNI ENV 1452-7** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.

b) tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione:

MOD_02_01_00_16	Qualità dei materiali e norme di misurazione	Rev. n° 04 del 03/2014	Pagina 61 di 199
-----------------	--	------------------------	------------------

**UNI EN 1401-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema;

**UNI ENV 1401-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità;

**UNI ENV 1401-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per l'installazione;

**UNI EN 13476-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;

**UNI EN 13476-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;

**UNI EN 13476-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;

**UNI CEN/TS 13476-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità;

c) tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati

- parete piena:

**UNI EN 1329-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema;

**UNI ENV 1329-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.

- parete strutturata:

**UNI EN 1453-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi e il sistema;

**UNI ENV 1453** – Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.

### 3 Installazione di tubi in PVC-U, in polietilene PE e in polipropilene PP

Per le installazioni sopra terra, si dovrà tenere conto delle variazioni dimensionali.

Le tubazioni dovranno essere installate in modo da comportare nel sistema il minimo sforzo possibile dovuto alle espansioni e alle contrazioni.

### 3 Giunzioni ad anello elastomerico

I tubi dovranno essere forniti con idonei anelli elastomerici, al fine di assicurare la tenuta delle giunzioni.

Se gli anelli elastomerici non sono già posizionati nel tubo, al momento dell'installazione della tubazione e prima del loro posizionamento, si dovrà procedere alla pulizia della loro sede ed, eventualmente, alla lubrificazione in conformità alle istruzioni del fornitore.

Nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare all'asse e si dovrà effettuare lo smusso del codolo.

I codoli dovranno essere inseriti nei bicchieri fino alla linea di riferimento (se presente) evitando contaminazioni.

Nel caso di utilizzo di giunzioni ad anello elastomerico che non sopportano sforzi assiali, la separazione della giunzione nella applicazioni sotto il suolo dovrà essere prevenuta mediante blocchi di ancoraggio in cemento. Sopra il suolo, invece, dovranno essere utilizzate apposite staffe di ancoraggio.

4

#### *Giunzioni ad incollaggio*

Per la giunzione delle tubazioni mediante incollaggio dovranno essere seguite le istruzioni del fornitore e le seguenti:

- nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare alle estremità e si dovrà effettuare lo smusso del codolo;
- assicurarsi che le superfici da giuntare siano pulite e asciutte;
- applicare l'adesivo in modo uniforme e in direzione longitudinale;
- procedere, nei tempi specificati dal fornitore, alla giunzione delle estremità;
- rimuovere i residui di adesivo;
- lasciare asciugare per almeno cinque minuti;
- non sottoporre la tubazione alla pressione interna prima di quanto indicato dal fornitore.

5

#### *Giunzioni per saldatura*

Prima di procedere alla saldatura, si dovrà verificare che le superfici delle tubazioni da saldare di testa siano tagliate perpendicolarmente all'asse, prive di difetti e pulite.

La saldatura dovrà essere effettuata, seguendo le istruzioni del fabbricante, da personale adeguatamente formato e utilizzando idonee apparecchiature.

In ogni caso, le giunzioni e le curvature delle tubazioni in PVC-U non dovranno mai essere realizzate per saldatura o comunque per mezzo del calore.

### **Art. 34 Terre rinforzate**

Formazione di opere di sostegno in terra rinforzata con rinforzo 4,00 m, abbinando materiali di rinforzo di varia natura, con paramenti sul fronte esterno realizzati in modo da consentire la crescita delle piante.

Con elementi preassemblati in rete metallica a doppia torsione: il paramento esterno (max 75°), elementi di armatura planari orizzontali, costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 550 N/mm<sup>2</sup> e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.20 mm , galvanizzato con lega eutettica di Zinco-Alluminio(5%)-Cerio-Lantanio conforme alla EN 10244 – Classe A e ASTM 856-98 con un quantitativo non inferiore a 230 g/m<sup>2</sup>. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale non inferiore a 0,5 mm, portando il diametro esterno ad almeno 3,20 mm. Ogni singolo elemento è provvisto di barrette di rinforzo in lega eutettica Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio e plasticate di diametro 3,00 mm, inserite all'interno della doppia torsione delle maglie, nella parte di rete che viene risvoltata in corrispondenza del paramento. Il paramento in

vista sarà provvisto inoltre di un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un ulteriore pannello di rete elettrosaldato con maglia 15x15 e diametro 8 mm e da un geocomposito antierosivo in fibra naturale. Il paramento sarà fissato con inclinazione a 70°, per mezzo di elementi a squadra realizzati in tondino metallico e preassemblati alla struttura. Gli elementi di rinforzo contigui, saranno posti in opera e legati tra loro con punti metallici meccanizzati in lega eutettica Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio

con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 kg/mq. A tergo del paramento esterno inclinato sarà posto del terreno vegetale, reperito in sito a seguito della preparazione della scarpata di lavoro, per uno spessore di almeno 30 cm e poi si provvederà alla stesa e compattazione del terreno per la formazione del rilevato strutturale; questa avverrà per strati di altezza pari a ca. 30 cm e per un totale pari alla distanza tra i teli di rinforzo. Terminata l'opera sarà necessario eseguire un'idrosemina a spessore in almeno due passaggi, contenente oltre alle sementi e al collante, quantità idonee di materia organica e mulch.

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. la documentazione di origine redatta secondo le indicazioni delle Linee Guida (12 maggio 2006) e rilasciata in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. Tale Ditta produttrice dovrà inoltre essere in certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9001:2000; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.

#### **Art.35 Trincea drenante prefabbricata**

Il sistema tipo GABBIODREN® consente la realizzazione di trincee drenanti a gravità mediante l'utilizzo di pannelli prefabbricati di forma prismatica. Il pannello drenante è costituito da uno scatolare in rete metallica a doppia torsione in maglia esagonale tipo 8x10 con filo di diametro 2,70mm zincato a caldo con rivestimento Zinco-Alluminio 5%. Lo scatolare metallico è rivestito internamente con un geotessile di filtrazione e separazione che viene progettato in base alle specifiche caratteristiche granulometriche del terreno da drenare. Il nucleo drenante poroso è costituito da "ciottoli" di polistirolo non riciclato, imputrescibile, insolubile e chimicamente inerte alle acque.

Il sistema tipo GABBIODREN® rappresenta in molte situazioni di utilizzo la più sicura, veloce ed economica alternativa al classico sistema di drenaggio basato sull'utilizzo di materiali inerti abbinati a tubi dreno e geotessuto.

Fornitura e posa di rivestimenti flessibili con materassi metallici a tasche (spessori 0.17 m - 0.23 m - 0.30 m) in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 6x8 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm<sup>2</sup> e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.20 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) – Classe A conforme alla EN 10244 con un quantitativo non inferiore a 230 g/m<sup>2</sup>; ed in accordo con le "Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all'impiego e all'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione" emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., nel Settembre 2013 e certificati con Marcatura CE in conformità della norma europea ETA 09-0413.

L'adesione della galvanizzazione al filo dovrà essere tale da garantire che avvolgendo il filo sei volte attorno ad un mandrino avente diametro quattro volte maggiore, il rivestimento non si crepi e non si sfaldi sfregandolo con le dita.

La galvanizzazione inoltre dovrà superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) secondo la normativa UNI EN ISO 6988 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli.

Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale non inferiore a 0,5 mm, in conformità con le norme UNI-EN 10245-2, portando il diametro esterno ad almeno 3,20 mm.

Gli scatolari metallici saranno assemblati utilizzando sia per le cuciture sia per i tiranti un filo con le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete, avente diametro pari a 2.20/3.20 mm e un quantitativo di galvanizzazione sul filo non inferiore a 230 g/m<sup>2</sup>.

Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno con diametro 3.00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 Kg/mm<sup>2</sup>.

I divisori intermedi saranno costituiti da diaframmi in rete metallica avente le stesse caratteristiche di quella utilizzata per la fabbricazione degli scatolari.

## Capitolo 5

### NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

#### Art. 36 Rilievi, tracciati e capisaldi

##### 1 Rilievi

L'esecuzione dei lavori deve essere preceduta dal rilievo planimetrico dello stato di fatto da parte e a spese dell'esecutore, e in contraddittorio con la direzione dei lavori.

Il rilievo è necessario per la quantificazione delle opere di scavo a sezione obbligata o di sbancamento e di movimento terra in generale.

##### 2 Tracciati

L'esecuzione delle opere di fondazione deve essere preceduta dal tracciamento sul terreno delle strutture portanti alla quota indicata dal progetto esecutivo.

##### 6 Capisaldi di livellazione

Unitamente agli occorrenti disegni di progetto esecutivo, in sede di consegna sarà fornito all'appaltatore l'elenco dei capisaldi di livellazione a cui si dovrà riferire nell'esecuzione dei lavori. La verifica di tali capisaldi dovrà essere effettuata con tempestività, in modo che non oltre sette giorni dalla consegna possano essere segnalate alla direzione dei lavori eventuali difformità riscontrate.

L'appaltatore è responsabile della conservazione dei capisaldi, che non può rimuovere senza preventiva autorizzazione del direttore dei lavori

Per tutte le operazioni di livellazione, limitatamente a quanto non indicato espressamente nel presente capitolato, vige l'obbligo di riferirsi al testo intitolato *Guida alla progettazione e all'esecuzione delle livellazioni geometriche* della Commissione geodetica italiana (IGM, 1974), che viene a far parte del presente capitolato speciale d'appalto.

Il percorso della livellazione dovrà sempre consentire il controllo delle misure. Se la livellazione ha come scopo la determinazione di quote, la linea da istituire dovrà essere collegata ad uno o più capisaldi preesistenti. In tal caso, dovrà essere verificato che i dislivelli sui tratti contigui al caposaldo considerato siano rimasti invariati. La scelta del caposaldo da utilizzarsi deve essere comunque autorizzata dalla direzione dei lavori. La fase di segnalazione dei capisaldi e quella di misura devono essere separate da un adeguato intervallo di tempo, per consentire ai capisaldi di assumere un assetto stabile.

##### 7 Strumentazione

Per tutti i lavori topografici dovranno essere utilizzati teodoliti con approssimazione angolare al secondo centesimale, accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a  $5 \text{ mm} \pm 10 E - 6 \cdot D$  (con  $D$  espressa in km). In alternativa, è possibile utilizzare la total station con prestazioni analoghe.

Per quanto riguarda le quote, si dovranno utilizzare dei livelli di precisione (autolivelli).

La strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento.

#### Art. 37 Programma esecutivo dei lavori

Entro ..... (.....) giorni dalla data del verbale di consegna, e comunque ..... giorni prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore deve predisporre e consegnare alla direzione lavori un programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa.

Tale programma dovrà essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione dei lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dalla data di ricevimento.

Trascorso il predetto termine senza che la direzione dei lavori si sia pronunciata, il programma si intenderà

accettato, fatte salve evidenti illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

### **Art. 38 Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere e ordine dei lavori**

#### *8 Impianto del cantiere*

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del cantiere non oltre il termine di ..... (.....) giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori.

#### *9 Vigilanza del cantiere*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia sia diurna che notturna del cantiere, nel rispetto dei provvedimenti antimafia, e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'appaltatore, del committente, o di altre ditte), nonché delle opere eseguite o in corso di esecuzione.

Ai sensi dell'art. 22 della legge 13 settembre 1982 n. 646, la custodia dei cantieri installati per la realizzazione di opere pubbliche deve essere affidata a persone provviste della qualifica di guardia particolare giurata.

In caso di inosservanza, si incorrerà nelle sanzioni previste dal comma 2 del citato art. 22 della legge n. 646/1982.

Tale vigilanza si intende estesa anche al periodo intercorrente tra l'ultimazione e il collaudo provvisorio dei lavori, salvo l'anticipata consegna delle opere alla stazione appaltante e per le sole opere consegnate.

Sono, altresì, a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere nei periodi di sospensione dei lavori, purché non eccedenti un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, e comunque quando non superino sei mesi complessivi.

Fermo restando l'obbligo della vigilanza nei periodi eccedenti i termini fissati in precedenza, ne verranno riconosciuti i maggiori oneri, sempre che l'appaltatore non richieda e ottenga di essere sciolto dal contratto.

#### *10 Locale ufficio di direzione dei lavori*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali uso ufficio (in muratura o prefabbricati) idoneamente rifiniti e forniti dei servizi necessari alla permanenza e al lavoro di ufficio della direzione dei lavori.

Tale ufficio deve essere adeguatamente protetto da dispositivi di allarme e antintrusione, climatizzato, nonché dotato di strumenti (fax, fotocopiatrice, computer, software, ecc).

I locali saranno realizzati nel cantiere od in luogo prossimo, stabilito o accettato dalla direzione dei lavori, la quale disporrà anche il numero degli stessi e le attrezzature di dotazione.

Il locale deve essere idoneamente allacciato alle normali utenze (luce, acqua, fognatura, telefono).

#### *11 Ordine dell'esecuzione dei lavori*

In linea generale, l'appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo a lui più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della direzione dei lavori, ciò non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi della stazione appaltante.

Questa, ad ogni modo, si riserva il diritto di stabilire la precedenza o il differimento di un determinato tipo di lavoro, o l'esecuzione entro un congruo termine perentorio, senza che l'appaltatore possa rifiutarsi o richiedere particolari compensi. In questo caso, la disposizione dell'amministrazione costituirà variante al programma dei lavori.

#### *12 Fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori, per

MOD_02_01_00_16	Qualità dei materiali e norme di misurazione	Rev. n° 04 del 03/2014	Pagina 67 di 199
-----------------	--	------------------------	------------------

periodi quindicinali, a decorrere dal sabato immediatamente successivo alla consegna degli stessi, come di seguito specificato:

- numero degli operai impiegati, distinti nelle varie categorie, per ciascuno dei 15 giorni, con le relative ore lavorative;
- genere di lavoro eseguito nei 15 giorni in cui non si è lavorato e cause relative.

Dette notizie devono pervenire alla direzione dei lavori non oltre il mercoledì immediatamente successivo al termine dei 15 giorni, stabilendosi una penale di 25,82 euro per ogni giorno di ritardo.

### *13 Cartelli indicatori*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di cartelli indicatori e la relativa installazione, nel sito o nei siti indicati dalla direzione dei lavori, entro cinque giorni dalla data di consegna dei lavori. I cartelloni, delle dimensioni minime di 1 m · 2 m, recheranno impresse a colori indelebili le diciture riportate, con le eventuali modifiche e integrazioni necessarie per adattare ai casi specifici.

Nello spazio per l'aggiornamento dei dati, devono essere indicate le sospensioni e le interruzioni intervenute nei lavori, le relative motivazioni, le previsioni di ripresa e i nuovi tempi.

Tanto i cartelli quanto le armature di sostegno, devono essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza meccanica, resistenti agli agenti atmosferici, di decoroso aspetto, e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo tecnico-amministrativo dei lavori.

Per la mancanza o il cattivo stato del prescritto numero di cartelli indicatori, sarà applicata all'appaltatore una penale di euro ..... (.....). Sarà, inoltre, applicata una penale giornaliera di euro ..... (.....) dal giorno della constatata inadempienza fino a quello dell'apposizione o riparazione del cartello mancante o deteriorato. L'importo delle penali sarà addebitato sul certificato di pagamento in acconto, successivo all'inadempienza.

### *14 Oneri per le pratiche amministrative*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per le pratiche presso amministrazioni ed enti per permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni per opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, apertura di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, cautelamenti, trasporti speciali, nonché le spese ad esse relative per tasse, diritti, indennità, canoni, cauzioni, ecc.

In difetto rimane ad esclusivo carico dell'appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione, nonché il risarcimento degli eventuali danni.

### *15 Osservanza di leggi e norme tecniche*

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente capitolato speciale d'appalto e, per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgono le norme, le disposizioni e i regolamenti appresso richiamati.

#### TESTO UNICO EDILIZIA

---

**D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380** – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.

#### NORME TECNICHE STRUTTURALI

---

**Legge 5 novembre 1971, n. 1086** – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica;

**Legge 2 febbraio 1974, n. 64** – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

**C.M. 9 gennaio 1980, n. 20049** – Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato;

**D.M. 20 novembre 1987** – Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento;

**D.M. 11 marzo 1988** – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;

**C.M. 24 settembre 1988, n. 30483** – Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;

**C.M. 4 gennaio 1989, n. 30787** – Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo degli edifici in muratura e per il consolidamento;

**C.M. 16 marzo 1989, n. 31104** – Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;

**D.M. 9 gennaio 1996** – Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;

**D.M. 16 gennaio 1996** – Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;

**D.M. 16 gennaio 1996** – Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;

**C.M. 4 luglio 1996, n. 156AA.GG/STC** – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi, di cui al D.M. 16 gennaio 1996;

**C.M. 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C.** – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al D.M. 9 gennaio 1996;

**C.M. 29 ottobre 1996** – Istruzioni generali per la redazione dei progetti di restauro nei beni architettonici di valore storico-artistico in zona sismica;

**C.M. 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.** – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche, di cui al D.M. 16 gennaio 1996;

**C.M. 14 dicembre 1999, n. 346/STC** – Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 20. Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione;

**Ord.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274** – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;

**D.M. 14 settembre 2005** – Norme tecniche per le costruzioni;

**D.M. 14 gennaio 2008** – Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;

**D.M. 6 maggio 2008** – Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

**C.M. 2 febbraio 2009, n. 617** – Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

#### PRODOTTI DA COSTRUZIONE

**D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246** – Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;

**D.M. 9 maggio 2003, n. 156** – Criteri e modalità per il rilascio dell'abilitazione degli organismi di certificazione, ispezione e prova nel settore dei prodotti da costruzione, ai sensi dell'articolo 9, comma 2, del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Isolanti termici per edilizia»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Accessori per serramenti»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi per il controllo di fumo e calore»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità delle «Installazioni fisse antincendio»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Sistemi a polvere»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per gli «Impianti fissi antincendio. Componenti per sistemi a CO<sub>2</sub>»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per i «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Componenti di impianti di estinzione a gas»;

**D.M. 11 aprile 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati;

**D.M. 11 aprile 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di appoggi strutturali;

**D.M. 11 aprile 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di geotessili e prodotti affini.

#### PREVENZIONE INCENDI

**D.M. 15 settembre 2005** – Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;

**D.M. 16 febbraio 2007** – Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione;

**D.M. 9 marzo 2007** – Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco.

#### IMPIANTI ALL'INTERNO DEGLI EDIFICI

MOD_02_01_00_16	Qualità dei materiali e norme di misurazione	Rev. n° 04 del 03/2014	Pagina 70 di 199
-----------------	--	------------------------	------------------

**Legge 5 marzo 1990, n. 46** – Norme per la sicurezza degli impianti;

**D.M. 22 gennaio 2008, n. 37** – Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici;

**C.M. 27 febbraio 2007, n. 11411** – Utilizzazione di raccordi a pressione in reti di adduzione di gas negli edifici civili.

#### RENDIMENTO ENERGETICO NELL’EDILIZIA

---

**D.M. 27 luglio 2005** – Norma concernente il regolamento d’attuazione della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (articolo 4, commi 1 e 2), recante norme per l’attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;

**D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192** – Attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell’edilizia.

**D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311** – Disposizioni correttive e integrative al decreto legislativo n. 192 del 2005, recante attuazione della direttiva 2002/91/Ce, relativa al rendimento energetico nell’edilizia;

**D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59** - Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

#### BARRIERE ARCHITETTONICHE

---

**Legge 9 gennaio 1989, n. 13** – Disposizioni per favorire il superamento e l’eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;

**D.M. 14 giugno 1989, n. 236** – Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l’accessibilità, l’adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell’eliminazione delle barriere architettoniche;

**D.P.R. 24 luglio 1996, n. 503** – Regolamento recante norme per l’eliminazione delle barriere architettoniche, negli edifici, spazi e servizi pubblici.

#### ESPROPRIAZIONE PER PUBBLICA UTILITÀ

---

**D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327** – Testo unico sulle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazioni per pubblica utilità.

#### RIFIUTI E AMBIENTE

---

**D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22** – Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/Ce sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio;

**D.M. 8 maggio 2003, n. 203** – Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo;

**D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152** – Norme in materia ambientale;

**Legge 28 gennaio 2009, n. 2** – Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 29 novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale.

#### ACQUE

---

**D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152** – Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

#### BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO

---

**D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42** – Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.

#### NUOVO CODICE DELLA STRADA

---

**D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285** – Nuovo codice della strada.

#### CONTRATTI PUBBLICI

---

**Legge 20 marzo 1865, n. 2248** – Legge sui lavori pubblici (Allegato F);

**D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554** – Regolamento di attuazione della legge 11 febbraio 1994, n. 109 (legge quadro in materia di lavori pubblici), e successive modificazioni;

**D.M. 19 aprile 2000, n. 145** – Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni;

**Legge 21 dicembre 2001, n. 443** – Delega al governo in materia di infrastrutture e insediamenti produttivi strategici e altri interventi per il rilancio delle attività produttive;

**D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163** – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.

#### SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO

---

**D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81** – Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

### **Art. 39 Integrazione del piano di manutenzione dell'opera**

Il direttore dei lavori, inoltre, raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede dei prodotti), nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o dell'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

In riferimento al comma precedente, l'esecutore è obbligato a trasmettere al direttore dei lavori le istruzioni e/o le schede tecniche di manutenzione e di uso rilasciate dal produttore dei materiali o degli impianti tecnologici installati.

## **Capitolo 6**

### **MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE**

#### **Art. 40 Demolizioni**

##### *16 Interventi preliminari*

L'appaltatore deve assicurarsi, prima dell'inizio delle demolizioni, dell'interruzione di approvvigionamenti idrici, gas, e allacci di fognature, nonché dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto, in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

- materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

##### *17 Sbarramento della zona di demolizione*

Nella zona sottostante la demolizione devono essere vietati la sosta e il transito di persone e mezzi, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento e il trasporto del materiale accumulato devono essere consentiti soltanto dopo che è stato sospeso lo scarico dall'alto.

##### *18 Idoneità delle opere provvisoriale*

Le opere provvisoriale, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza, e devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro, secondo le prescrizioni specifiche del piano di sicurezza.

Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare le parti non ritenute più idonee.

Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisoriale impiegati dall'appaltatore.

Prima dell'inizio di lavori di demolizione, è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza su strutture limitrofe.

In relazione al risultato di tale verifica, devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si possano verificare crolli intempestivi o danni anche a strutture di edifici confinanti o adiacenti.

##### *19 Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione*

I lavori di demolizione, come stabilito dall'art. 151 del D.Lgs, 9 aprile 2008, n. 81, devono procedere con cautela e con ordine, devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto, e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti.

La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

##### *20 Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta*

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterri, deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica o altra discarica

autorizzata. Diversamente, l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.

Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato, dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate, ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

#### *6 Proprietà degli oggetti ritrovati*

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte, l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinverranno nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà, pertanto, consegnarli alla stazione appaltante, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità e il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore, nell'esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori, e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà, altresì, darne immediata comunicazione al direttore dei lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

#### *21 Proprietà dei materiali da demolizione*

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà della stazione appaltante. Quando, a giudizio della direzione dei lavori, possano essere reimpiegati, l'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione stessa, essendo di ciò compensato con gli appositi prezzi di elenco.

Qualora, in particolare, i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente capitolato speciale d'appalto, l'appaltatore avrà l'obbligo di accettarli. In tal caso verrà ad essi attribuito un prezzo pari al 50% del corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere dedotti dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'appaltatore le spese di trasporto, accatastamento, cernita, lavaggio, ecc.

#### *22 Demolizione per rovesciamento*

Salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 m può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta.

La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione, in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti.

Devono, inoltre, essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro, quali la trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere, e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Si può procedere allo scalzamento dell'opera da abbattere per facilitarne la caduta soltanto quando essa sia stata adeguatamente puntellata. La successiva rimozione dei puntelli deve essere eseguita a distanza a mezzo di funi.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 m, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.

In ogni caso, deve essere vitato che, per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi, possano sorgere danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti o derivare pericoli per i lavoratori addetti.

## **ART. 41 Scavi a sezione obbligata e sbancamenti in generale**

### *9 Generalità*

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

### *23 Ricognizione*

L'appaltatore, prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

### *24 Smacchiamento dell'area*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, di siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

La terra vegetale eventualmente asportata, per la profondità preventivamente concordata con la direzione dei lavori, non dovrà essere mescolata con il terreno sottostante. La terra vegetale deve essere accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla direzione dei lavori.

### *25 Riferimento ai disegni di progetto esecutivo*

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle prescrizioni della direzione dei lavori.

### *26 Splateamento e sbancamento*

Nei lavori di splateamento o di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 150 cm, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.

### *27 Scavi a sezione obbligata*

Gli scavi a sezione obbligata devono essere effettuati fino alle profondità indicate nel progetto esecutivo, con le tolleranze ammesse.

Gli scavi a sezione obbligata eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta devono essere riportati al giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione, a cura e a spese dell'appaltatore.

Eventuali tubazioni esistenti che devono essere abbandonate dovranno essere rimosse dall'area di scavo di fondazione.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 150 cm, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

I sistemi di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 cm.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni, e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano fabbriche o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

### 28 *Scavi in presenza d'acqua*

Sono definiti *scavi in acqua* quelli eseguiti in zone del terreno dove la falda acquifera, pur ricorrendo ad opere provvisorie di eliminazione per ottenere un abbassamento della falda, sia costantemente presente ad un livello di almeno 20 cm dal fondo dello scavo.

Nel prosciugamento è opportuno che la superficie freatica si abbassi oltre la quota del fondo dello scavo per un tratto di 40-60 cm, inversamente proporzionale alla granulometria del terreno in esame.

### 3 *Pompe di aggettamento*

Le pompe di aggettamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall'appaltatore in quantità, portata e prevalenza sufficienti a garantire nello scavo una presenza di acqua di falda inferiore a 20 cm e, in generale, per scavi poco profondi.

L'impiego delle pompe di aggettamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, e per il loro impiego verrà riconosciuto all'appaltatore il compenso convenuto.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in cemento armato, al fine di prevenire il dilavamento del calcestruzzo o delle malte.

### 29 *Prosciugamento dello scavo con sistema Wellpoint*

Lo scavo di fondazione può essere prosciugato con l'impiego del sistema Wellpoint ad anello chiuso (con collettori perimetrali su entrambi i lati), in presenza di terreni permeabili per porosità, come ghiaie, sabbie, limi, argille e terreni stratificati. Tale metodo comporterà l'utilizzo di una serie di minipozzi filtranti (Wellpoint), con profondità maggiore di quella dello scavo, collegati con un collettore principale di asperazione munito di pompa autoadescante, di altezza tale da garantire il prosciugamento dello scavo. Le pompe devono essere installate nell'area circostante al terreno in cui necessita tale abbassamento. Le tubazioni, di diametro e di lunghezza adeguata, dovranno scaricare e smaltire le acque di aggettamento con accorgimenti atti ad evitare interramenti o ostruzioni.

L'impianto di drenaggio deve essere idoneo:

- alle condizioni stratigrafiche dei terreni interessati, rilevate fino ad una profondità almeno doppia rispetto a quella di prefissata per lo scavo;
- alla permeabilità dei terreni interessati, rilevata mediante prove *in situ*.

L'impresa potrà utilizzare caditoie esistenti, ove possibile, senza creare ad immissione ultimata intasamenti alla naturale linea di smaltimento meteorica.

### 3 *Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni concorrenti nei cavi, l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

### 30 *Impiego di esplosivi*

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

### 31 *Deposito di materiali in prossimità degli scavi*

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle opportune puntellature.

### 32 *Presenza di gas negli scavi*

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando si sia accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione. Deve, inoltre, vietarsi, anche dopo la bonifica – se siano da temere emanazioni di gas pericolosi – l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

### 33 *Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni e la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe e scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta ad informarsi dell'eventuale esistenza di cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature) nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi. In caso affermativo, l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere o impianti (Enel, Telecom, P.T., comuni, consorzi, società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo, altresì, tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con le opportune cautele, onde evitare danni alle suddette opere.

Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltretutto, naturalmente, alla direzione dei lavori.

Fanno, comunque, carico alla stazione appaltante gli oneri relativi a eventuali spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte.

### 34 *Manutenzione degli scavi*

Gli scavi di fondazione dovranno essere mantenuti asciutti, in relazione al tipo di lavoro da eseguire.

Si dovranno proteggere le zone scavate e le scarpate per evitare eventuali scoscendimenti e/o franamenti.

Rifiuti e macerie dovranno essere asportati dagli scavi prima dell'esecuzione delle opere susseguenti.

## **Art. 42 Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi**

L'appaltatore, dopo l'esecuzione degli scavi di fondazione o di sbancamento, non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o degli sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo, e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

## **Art. 43 Riparazione di sottoservizi**

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o di provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati dall'impresa durante l'esecuzione degli scavi e delle demolizioni.

## **Art. 44 Rilevati e rinterri**

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione, o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione, e

fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili e adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Qualora venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e così da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per essere riprese, poi, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in cemento armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.

È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione le dimensioni richieste dall'asestamento delle terre, affinché, al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

## **Art. 45    Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo**

### *1    Calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato*

#### *Studio e accettazione della composizione del calcestruzzo*

L'impresa, a seguito dello studio di composizione del calcestruzzo effettuato in laboratorio ufficiale sulla base delle prescrizioni progettuali, indicherà alla direzione dei lavori i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su una o più combinazioni di materiali granulari lapidei utilizzabili per il lavoro in questione, specificando in modo preciso la provenienza e granulometria di ogni singola pezzatura.

Per ogni combinazione provata, verrà indicata dall'impresa la granulometria, la quantità d'acqua utilizzata, il rapporto acqua/cemento (a/c) in condizioni sature superficie asciutta, il tipo e dosaggio del cemento, il contenuto percentuale di aria inclusa, la lavorabilità e la relativa perdita nel tempo della medesima (almeno fino a due ore dal confezionamento), nonché le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.

Una volta definita la formulazione della miscela, le prove di accettazione della miscela stessa dovranno essere eseguite presso un laboratorio ufficiale con i materiali componenti effettivamente usati in cantiere, tenendo conto dei procedimenti di impasto e di vibrazione adottati nello studio, i quali, a loro volta, avranno preso in considerazione le procedure di impasto e posa in opera adottati in cantiere. Per motivi di rapidità, le verifiche potranno essere svolte dalla direzione dei lavori direttamente in cantiere. In questo caso, dovrà essere assicurata da parte dell'impresa la massima collaborazione. L'accettazione della miscela stessa avvenuta sulla base dei valori delle resistenze meccaniche a 2, 3 e 28 giorni di maturazione, determinate su provini di forma cubica, prismatica (travetti e spezzoni) e cilindrica, dovrà essere convalidata dalle prove allo stato fresco e indurito eseguite, sempre da un laboratorio ufficiale, sul calcestruzzo prelevato durante la prova di impianto, nonché su carote prelevate dall'eventuale getto di prova.

A giudizio della direzione dei lavori, qualora l'impianto di confezionamento e l'attrezzatura di posa in opera siano stati già utilizzati con risultati soddisfacenti in altri lavori dello stesso committente, l'accettazione della miscela potrà avvenire sulla base dei risultati del solo studio di laboratorio.

Nel caso in cui le prove sul prodotto finito diano risultato negativo, fatto salvo il buon funzionamento dell'impianto di confezionamento e delle apparecchiature di posa in opera e della loro rispondenza alle caratteristiche e ai limiti di tolleranza imposti, l'impresa provvederà a suo carico a studiare una nuova miscela e a modificarla fino a che il prodotto finito non risponda alle caratteristiche prescritte. La direzione dei lavori dovrà controllare attraverso il laboratorio ufficiale i risultati presentati.

Non appena confermata, con controlli eseguiti sul prodotto finito, la validità delle prove di laboratorio eseguite in fase di studio della miscela, la composizione del calcestruzzo diverrà definitiva.

Qualora per cause imprevedute si debba variare la composizione della miscela, l'impresa, previa autorizzazione della direzione dei lavori, dovrà effettuare un nuovo studio da sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori stessa, seguendo le modalità sopraindicate.

L'impresa dovrà, in seguito, assicurare i necessari controlli sul calcestruzzo allo stato fresco e indurito, affinché venga rispettata la composizione accettata e le caratteristiche fisiche e di resistenza meccanica. Le prove e i controlli saranno completamente a carico dell'impresa, la quale dovrà provvedere anche all'attrezzatura di un laboratorio idoneo ad eseguire le prove ritenute necessarie dalla direzione dei lavori.

Qui di seguito verranno indicate le caratteristiche del calcestruzzo, in modo che l'impresa appaltatrice possa assumerle come riferimento nello studio della relativa miscela.

#### *Composizione granulometrica*

La composizione dovrà essere realizzata con non meno di quattro distinte pezzature di aggregati in presenza di due tipologie di sabbia. La composizione granulometrica risultante di queste ultime potrà essere composta dalla miscela di due o più sabbie, nel caso non fosse possibile reperire un'unica sabbia di composizione idonea, senza che ciò possa dar luogo a richieste di compenso addizionale.

L'assortimento granulometrico risultante sarà ottenuto variando le percentuali di utilizzo delle frazioni granulometriche componenti, in modo da ottenere un combinato contenuto tra la curva Bolomey e quella di Fuller, calcolate tra l'altro in funzione del diametro massimo che non dovrà superare i ..... mm per i condizionamenti delle dimensioni dei tralicci di armatura.

Una volta accettata dalla direzione dei lavori una determinata composizione granulometrica, l'impresa dovrà attenersi rigorosamente ad essa per tutta la durata del lavoro.

Non saranno ammesse variazioni di composizione granulometrica eccedenti in più o in meno il 5% in massa dei valori della curva granulometrica prescelta per l'aggregato grosso, e variazioni eccedenti in più o in meno il 3% per l'aggregato fine.

Si precisa che le formule di composizione dovranno sempre riferirsi, come già detto, ad aggregati saturi a superficie asciutta. Pertanto, si dovranno apportare, nelle dosature previste dalla formulazione della miscela e riferentesi ad aggregati saturi a superficie asciutta, le correzioni richieste dal grado di umidità attuale degli aggregati stessi, funzione dell'acqua assorbita per saturarli e assorbita per bagnarli.

#### *Contenuto di cemento*

Il contenuto minimo del cemento sarà di ..... kg/m<sup>3</sup> di calcestruzzo vibrato in opera e dovrà essere controllato con la frequenza di ..... con le modalità di cui alla norma **UNI 6393**. Una volta stabilito attraverso lo studio della miscela il contenuto da adottare, questo dovrà mantenersi nel campo di tolleranza del  $\pm 3\%$  della quantità prevista.

#### *Contenuto di acqua di impasto*

Il contenuto di acqua di impasto del calcestruzzo verrà definito, in maniera sia ponderale sia volumetrica, con la tolleranza del  $\pm 10\%$  (intervallo riferito al contenuto medio di acqua in l/m<sup>3</sup>). Il valore del contenuto da

rispettare sarà quello determinato in laboratorio al momento dello studio di formulazione e approvato dalla direzione dei lavori.

L'impresa fisserà in conseguenza le quantità d'acqua da aggiungere alla miscela secca nel mescolatore, tenuto conto dell'acqua inclusa assorbita ed adsorbita nei materiali granulari e delle perdite per evaporazione durante il trasporto.

Il contenuto di acqua di impasto, tenendo anche conto dell'eventuale aggiunta di additivi fluidificanti, superfluidificanti e di nuova generazione, dovrà essere il minimo sufficiente a conferire all'impasto la lavorabilità specificata compatibilmente con il raggiungimento delle resistenze prescritte, in modo da realizzare un calcestruzzo compatto, evitando al tempo stesso la formazione di uno strato d'acqua libera o di malta liquida sulla superficie degli impasti dopo la vibrazione.

Per realizzare le esigenze sopra citate, il rapporto acqua/cemento, che non dovrà superare il valore di ....., potrà ridursi, pur evitando di scendere al di sotto di ....., con taluni additivi superfluidificanti e di nuova generazione (entrambi i valori tengono conto dell'acqua adsorbita dagli inerti oltre all'acqua di impasto).

Il valore ottimo della consistenza, a cui attenersi durante la produzione del calcestruzzo, verrà scelto in funzione delle caratteristiche della macchina a casseforme scorrevoli, eventualmente, dopo aver eseguito una strisciata di prova. I singoli valori dell'abbassamento alla prova del cono (slump test), dovranno risultare all'impianto comunque non superiori a ..... mm, e i valori di lavorabilità, determinati con la prova Vebè su calcestruzzo prelevato immediatamente prima dello scarico dal ribaltabile di approvvigionamento, dovranno risultare compresi fra 6 e 10 secondi.

#### *Contenuto d'aria inglobata*

La percentuale di additivo aerante necessaria ad ottenere nel calcestruzzo la giusta percentuale di aria inglobata sarà fissata durante lo studio dell'impasto ed eventualmente modificata dopo la stesa di prova; l'aria intrappolata deve essere: ..... + .....%.

La misura della quantità d'aria inglobata verrà effettuata volumetricamente secondo le modalità della norma **UNI EN 12350-7**.

#### *Resistenze meccaniche*

La formulazione prescelta per il calcestruzzo dovrà essere tale da garantire i valori minimi di resistenza meccanica illustrati nella tabella 58.1, rispettivamente su provini cubici o cilindrici confezionati e maturati con le modalità di cui alle norme **UNI EN 12390-1**, **UNI EN 12390-2** e **UNI EN 12390-3**.

Tabella 58.1 - Valori minimi di resistenza meccanica

Stagionatura	A 3 giorni <sup>(1)</sup>	A 28 giorni
Compressione	≥ ..... N/mm <sup>2</sup>	≥ ..... N/mm <sup>2</sup>
Trazione per flessione	≥ ..... N/mm <sup>2</sup>	≥ ..... N/mm <sup>2</sup>
Trazione indiretta	≥ ..... N/mm <sup>2</sup>	≥ ..... N/mm <sup>2</sup>

<sup>(1)</sup> Potranno essere richieste, in progetto o all'inizio del cantiere, le stesse resistenze indicate, ma a due giorni.

La resistenza a trazione per flessione verrà determinata con prove eseguite su provini di forma prismatica con le modalità di cui alla norma **UNI EN 12390-5**. Nella fase di studio della formulazione del calcestruzzo, i valori di resistenza da confrontare con quelli minimi richiesti dovranno risultare dalla media di non meno di tre provini distinti, i cui singoli valori non dovranno scostarsi dalla media di più del 10%. Tale media verrà calcolata ponderalmente attribuendo il coefficiente 2 al risultato intermedio.

La resistenza a trazione indiretta verrà determinata su provini di forma cilindrica con prove eseguite con modalità di cui alla norma **UNI EN 12390-6**. I valori della resistenza a rottura determinati sui tre tipi di provini anzidetti saranno considerati validi se non inferiori ai valori richiesti.

## 2 *Confezione, trasporto e posa in opera del calcestruzzo per strutture in calcestruzzo semplice e armato*

### *Attrezzatura di cantiere*

Prima dell'inizio del lavoro, l'impresa dovrà sottoporre alla direzione dei lavori l'elenco e la descrizione dettagliata delle attrezzature che intende impiegare per il confezionamento del calcestruzzo; queste dovranno essere di potenzialità proporzionata all'entità e alla durata del lavoro, e dovranno essere armonicamente proporzionate in tutti i loro componenti in modo da assicurare la continuità del ciclo lavorativo.

L'impianto di confezionamento del calcestruzzo dovrà essere fisso e di tipo approvato dalla direzione dei lavori. L'organizzazione preposta a detti impianti dovrà comprendere tutte le persone e le professionalità necessarie per assicurare la costanza di qualità dei prodotti confezionati.

I predosatori dovranno essere in numero sufficiente a permettere le selezioni di pezzature necessarie.

Il mescolatore dovrà essere di tipo e capacità approvate dalla direzione dei lavori, e dovrà essere atto a produrre calcestruzzo uniforme e a scaricarlo senza che avvenga segregazione apprezzabile. In particolare, dovrà essere controllata l'usura delle lame, che verranno sostituite allorquando quest'ultima superi il valore di 2 cm. All'interno del mescolatore si dovrà anche controllare giornalmente, prima dell'inizio del lavoro, che non siano presenti incrostazioni di calcestruzzo indurito.

### *Confezione del calcestruzzo*

La dosatura dei materiali per il confezionamento del calcestruzzo nei rapporti definiti con lo studio di progetto e la sua accettazione da parte della direzione dei lavori, dovrà essere fatta con impianti interamente automatici, esclusivamente a massa, con bilance del tipo a quadrante, di agevole lettura e con registrazione delle masse di ogni bilancia. A spese dell'impresa andrà effettuata la verifica della taratura prima dell'inizio dei lavori e con cadenza settimanale, nonché ogni qualvolta risulti necessario, fornendo alla direzione dei lavori la documentazione relativa.

La direzione dei lavori, allo scopo di controllare la potenza assorbita dai mescolatori, si riserverà il diritto di fare installare nell'impianto di confezionamento dei registratori di assorbimento elettrico, alla cui installazione e spesa dovrà provvedere l'impresa appaltatrice. La direzione dei lavori potrà richiedere all'impresa l'installazione sulle attrezzature di dispositivi e metodi di controllo per verificarne in permanenza il buon funzionamento. In particolare, la dosatura degli aggregati lapidei, del cemento, dell'acqua e degli additivi dovrà soddisfare alle condizioni seguenti:

- degli aggregati potrà essere determinata la massa cumulativa sulla medesima bilancia, purché le diverse frazioni granulometriche (o pezzature) vengano misurate con determinazioni distinte;
- la massa del cemento dovrà essere determinata su una bilancia separata;
- l'acqua dovrà essere misurata in apposito recipiente tarato, provvisto di dispositivo che consenta automaticamente l'erogazione effettiva con la sensibilità del 2%;
- gli additivi dovranno essere aggiunti agli impasti direttamente nel miscelatore a mezzo di dispositivi di distribuzione dotati di misuratori.

Il ciclo di dosaggio dovrà essere automaticamente interrotto qualora non siano realizzati i ritorni a zero delle bilance, qualora la massa di ogni componente scarti dal valore prescritto oltre le tolleranze fissate di seguito, e infine, qualora la sequenza del ciclo di dosaggio non si svolga correttamente.

L'interruzione del sistema automatico di dosaggio e la sua sostituzione con regolazione a mano potrà essere effettuata solo previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Nella composizione del calcestruzzo, a dosatura eseguita e immediatamente prima dell'introduzione nel mescolatore, saranno ammesse le seguenti tolleranze:

- 2% sulla massa di ogni pezzatura dell'aggregato;
- 3% sulla massa totale dei materiali granulari;
- 2% sulla massa del cemento.

Vanno rispettate le tolleranze ammesse sulla composizione granulometrica di progetto. Tali tolleranze devono essere verificate giornalmente tramite lettura delle determinazioni della massa per almeno dieci impasti consecutivi.

#### *Tempo di mescolamento*

Il tempo di mescolamento deve essere quello raccomandato dalla ditta costruttrice l'impianto di confezionamento del calcestruzzo, e, in ogni caso, non potrà essere inferiore ad un minuto. L'uniformità della miscela deve essere controllata dalla direzione dei lavori prelevando campioni di calcestruzzo all'inizio, alla metà e alla fine dello scarico di un impasto, e controllando che i tre prelievi non presentino abbassamenti al cono che differiscono tra di loro di più di 20 mm, né composizione sensibilmente diversa.

La direzione dei lavori potrà rifiutare gli impasti non conformi a questa prescrizione. Inoltre, qualora le differenze in questione riguardino più del 5% delle misure effettuate nel corso di una medesima giornata di produzione, le attrezzature di confezionamento saranno completamente verificate, e il cantiere non potrà riprendere che su ordine esplicito della direzione dei lavori, e dopo che l'impresa abbia prodotto la prova di una modifica o di una messa a punto degli impianti tale da migliorare la regolarità della produzione del calcestruzzo.

#### *Trasporto del calcestruzzo*

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera, e tutte le operazioni di posa in opera, dovranno comunque essere eseguite in modo da non alterare gli impasti, evitando in particolare ogni forma di segregazione, la formazione di grumi e altri fenomeni connessi all'inizio della presa.

Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la direzione dei lavori la composizione dell'impasto, soprattutto se persiste dopo variazione del rapporto acqua/cemento. Se ciò malgrado la segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

#### *Documenti di consegna*

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma **UNI EN 206-1**;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza contrattualistica e classe di consistenza.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

#### NORMA DI RIFERIMENTO

**UNI EN 206-1** – *Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.*

### 3 Esecuzione del getto del calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato

#### *Programma dei getti*

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al direttore dei lavori il programma dei getti del calcestruzzo indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.

I getti dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori ha verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

#### *Modalità esecutive e verifica della corretta posizione delle armature*

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare:

- la corretta posizione delle armature metalliche;
- la rimozione di polvere, terra, ecc., dentro le casseformi;
- i giunti di ripresa delle armature;
- la bagnatura dei casseri;
- le giunzioni tra i casseri;
- la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali;
- la stabilità delle casseformi, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm. Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate. L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni, e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi. Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0°C, salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

#### *Realizzazione delle gabbie delle armature per cemento armato*

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera. In ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

#### *Ancoraggio delle barre e loro giunzioni*

Le armature longitudinali devono essere interrotte, ovvero sovrapposte, preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso, la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di venti volte il diametro della barra. La distanza mutua (interfero) nella sovrapposizione non deve superare quattro volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto, nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali.

Per le barre di diametro  $\phi > 32$  mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori le schede tecniche dei prodotti da utilizzare per le giunzioni.

#### *Getto del calcestruzzo ordinario*

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

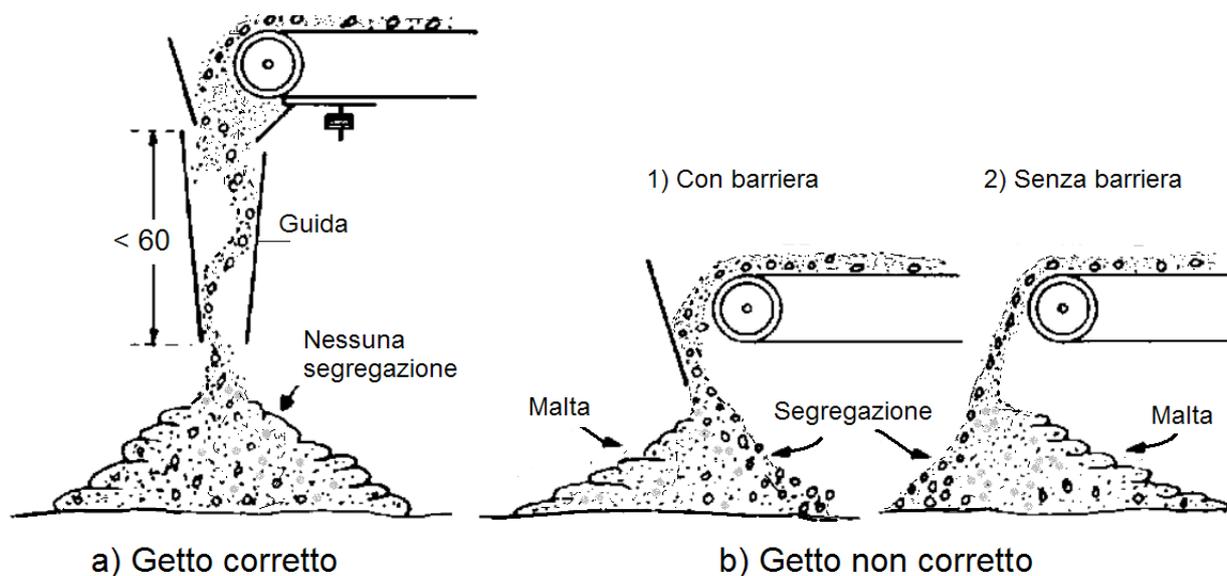
È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50-80 cm, e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.

Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibrator, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

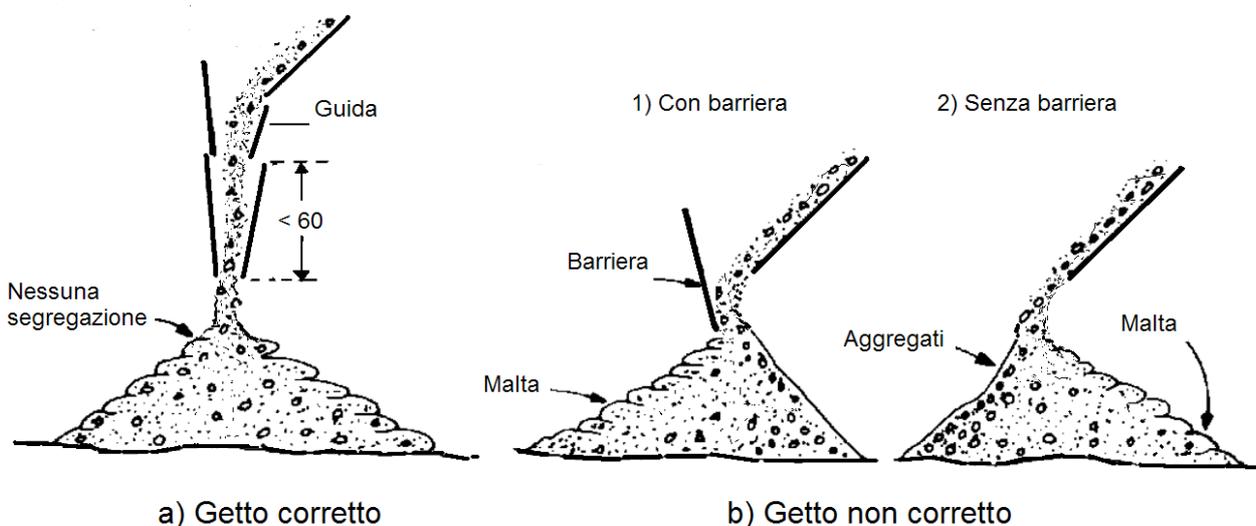
Nei getti in pendenza è opportuno predisporre dei cordolini d'arresto atti ad evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.

Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti ad impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate ed autorizzate dal direttore dei lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.



**Figura 58.1 - Esempi di getto di calcestruzzo con nastro trasportatore: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione.**



**Figura 58.2 - Esempi di getto di calcestruzzo da piano inclinato: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione.**

#### *Getto del calcestruzzo autocompattante*

Il calcestruzzo autocompattante deve essere versato nelle casseforme in modo da evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo. Se si usa una pompa, una tramoggia o se si fa uso della benna, il terminale di gomma deve essere predisposto in modo che il calcestruzzo possa distribuirsi omogeneamente entro la cassaforma. Per limitare il tenore d'aria occlusa è opportuno che il tubo di scarico rimanga sempre immerso nel calcestruzzo.

Nel caso di getti verticali e impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano, si suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa. Indicativamente un calcestruzzo autocompattante ben formulato ha una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 m. Tale distanza dipende, comunque, anche dalla densità delle armature.

#### *Getti in climi freddi*

Si definisce *clima freddo* una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5°C;
- la temperatura dell'aria non supera 10°C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura  $\geq +5^\circ\text{C}$ . La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è  $0^\circ \leq C$ . Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio, riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura.

Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione ( $5 \text{ N/mm}^2$ ), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.

Il valore limite ( $5 \text{ N/mm}^2$ ) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella 58.2 sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

Tabella 58.2 - Temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto

Dimensione minima della sezione [mm <sup>2</sup> ]			
< 300	300 ÷ 900	900 ÷ 1800	> 1800
Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13°C	10°C	7°C	5°C
Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione			
1,15°C/h	0,90°C/h	0,70°C/h	0,45°C/h

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5°C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate. Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

#### *Getti in climi caldi*

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata;
- bassa umidità relativa;
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda);
- forte irraggiamento solare;
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua;
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua, sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35°C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si

possono aggiungere additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori.

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione, oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

#### *Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito*

Le interruzioni del getto devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che, mediante vibrazione, si ottenga la monoliticità del calcestruzzo.

Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa, sia lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie deve essere scalfita e pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine), o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo di additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

In sintesi:

- le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;
- le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose, che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo.

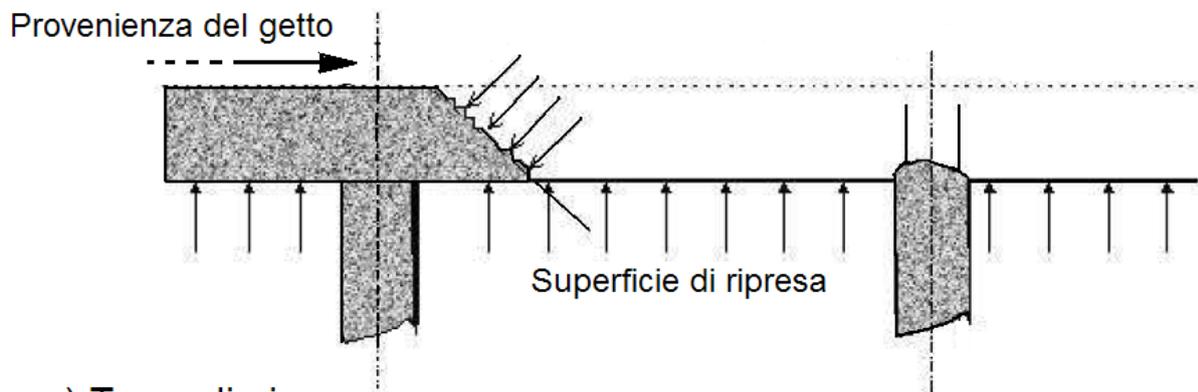
La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

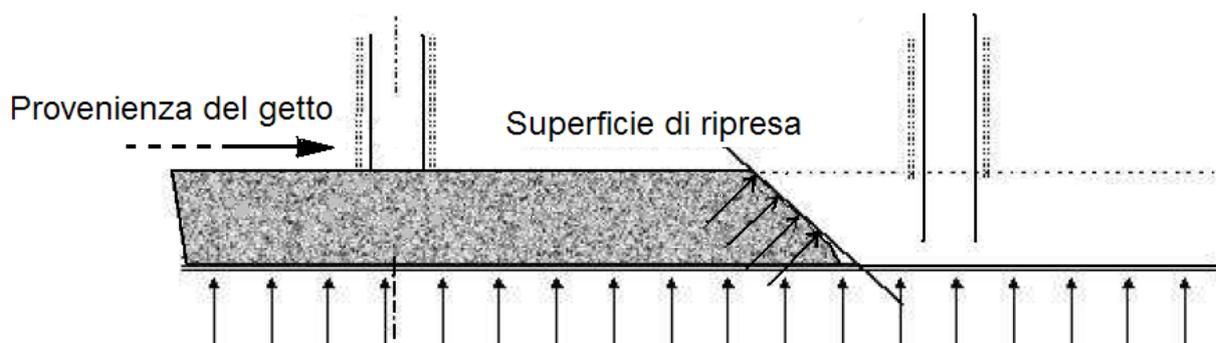
Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come elementi tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti da aste virtuali di calcestruzzo che, come si è detto in precedenza, abbiano a trovare una buona imposta ortogonale rispetto al loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza).

Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore.

Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del direttore dei lavori.

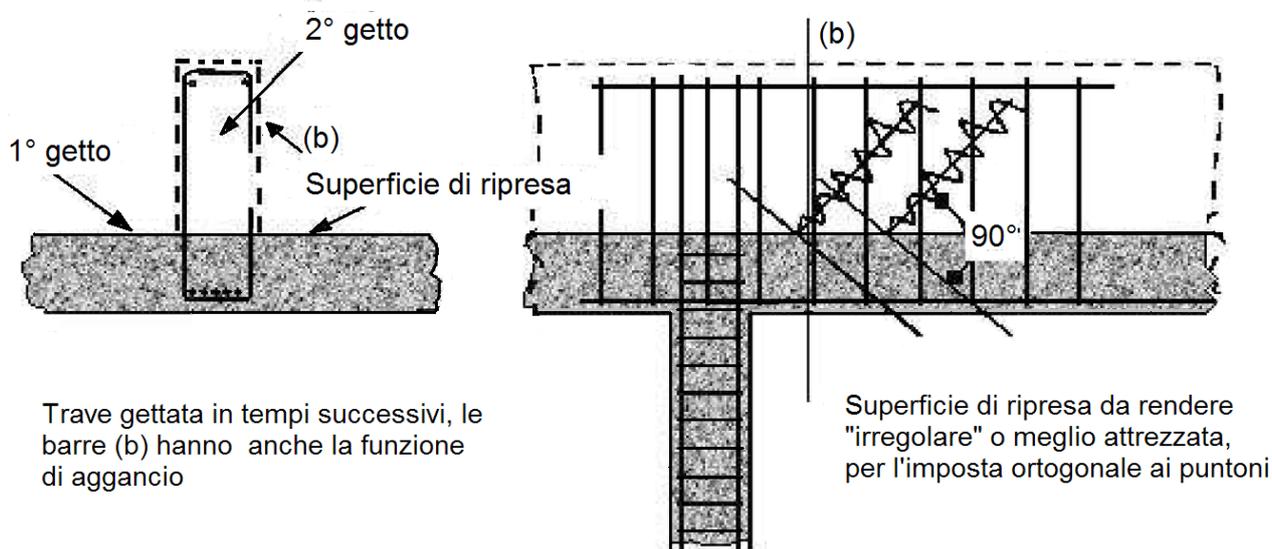


a) Trave di piano



b) Trave di fondazione

Figura 58.3 - Modalità di ripresa del getto in travi di piano e di fondazione



**Figura 58.4 - Modalità di ripresa del getto su travi di spessore elevato**

#### *Compattazione del calcestruzzo*

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusa tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 e il 20%, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma. La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendo i vuoti. Tale processo può essere effettuato mediante vibrazione, centrifugazione, battitura e assestamento.

I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi, richiedono una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica o plastica fluida.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua non può essere migliorata aggiungendo acqua. Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o, talvolta, superfluidificanti.

Nel predisporre il sistema di compattazione, si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

#### *Compattazione mediante vibrazione*

La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo fresco rapide vibrazioni che fluidificano la malta e drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione, il calcestruzzo si assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed espelle l'aria intrappolata. Al termine della vibrazione l'attrito interno ristabilisce lo stato di quiete e il calcestruzzo risulta denso e compatto. I vibratorii possono essere interni ed esterni.

I vibratorii interni, detti anche *ad immersione* o *ad ago*, sono i più usati nei cantieri. Essi sono costituiti da una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione flessibile. Il

loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e 0,6 m, mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 Hz.

L'uso dei vibrator non deve essere prolungato, per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico e il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

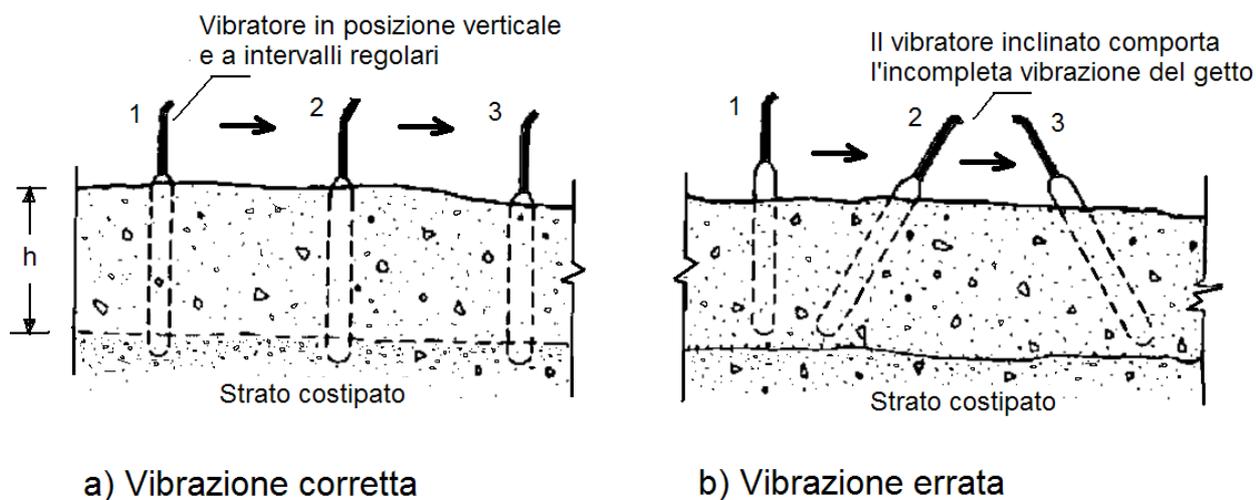
Per effettuare la compattazione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza che vanno dai 5 ai 30 secondi. L'effettivo completamento della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deve essere graduale ed effettuata in modo da permettere la chiusura dei fori da esso lasciati.

L'ago deve essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco, e per 5-10 cm in quello sottostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo, si ottiene un adeguato legame tra gli strati e si impedisce la formazione di un giunto freddo tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli che inevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve essere spostato lateralmente con i vibrator mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d'armatura è tollerata solo se l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del vibratore e a condizione che non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d'indurimento.

Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna del calcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo strato plastico, così da evitare i giunti freddi.

I vibrator esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione ma possono, comunque, essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d'armatura limita o impedisce l'inserimento di un vibratore ad immersione.

I vibrator superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto; in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è minima. Un martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra d'idonea sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti.



**Figura 58.5 - Esecuzione del getto e modalità di costipazione mediante vibrazione interna**

### 3 Stagionatura

#### *Prescrizioni per una corretta stagionatura*

Per una corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:

– prima della messa in opera:

- saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondo con fogli di plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;

- la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ , raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.

– durante la messa in opera:

- erigere temporanee barriere frangivento per ridurre la velocità sulla superficie del calcestruzzo;

- erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;

- proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene, nell'intervallo fra la messa in opera e la finitura;

- ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.

– dopo la messa in opera:

- minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;

- la massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di  $70^{\circ}\text{C}$ ;

- la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di  $20^{\circ}\text{C}$ ;

- la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurite o altri elementi della struttura è di  $15^{\circ}\text{C}$ .

È compito della direzione dei lavori specificare le modalità di ispezione e di controllo.

#### *Protezione in generale*

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche. Inoltre, ancora, per evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e, quindi, scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione;

- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;

- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in cemento armato sottili, oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

### *Protezione termica durante la stagionatura*

A titolo esemplificativo, di seguito si indicano i più comuni sistemi di protezione termica per le strutture in calcestruzzo adottabili nei getti di cantiere, ovvero:

- cassaforma isolante;
- sabbia e foglio di polietilene;
- immersione in leggero strato d'acqua;
- coibentazione con teli flessibili.

#### CASSAFORMA ISOLANTE

---

Il  $\Delta t \leq 20^{\circ}\text{C}$  può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, ad esempio legno compensato con spessore  $\geq 2$  cm, o se il getto si trova contro terra.

#### SABBIA E FOGLIO DI POLIETILENE

---

La parte superiore del getto si può proteggere con un foglio di polietilene coperto con 7-8 cm di sabbia. Il foglio di polietilene ha anche la funzione di mantenere la superficie pulita e satura d'umidità.

#### IMMERSIONE IN LEGGERO STRATO D'ACQUA

---

La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, si suggerisce di creare un cordolo perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua.

Occorre porre attenzione, in condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperatura sulla superficie per effetto dell'evaporazione.

#### COIBENTAZIONE CON TELI FLESSIBILI

---

Sono ideali nelle condizioni invernali, in quanto permettono di trattenere il calore nel getto, evitando la dispersione naturale. Si deve tener conto, tuttavia, che nella movimentazione le coperte possono essere facilmente danneggiate.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, occorre prevedere ed eseguire in cantiere una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

### *Durata della stagionatura*

Con il termine *durata di stagionatura* si intende il periodo che intercorre tra la messa in opera e il tempo in cui il calcestruzzo ha raggiunto le caratteristiche essenziali desiderate. Per l'intera durata della stagionatura, il calcestruzzo necessita d'attenzioni e cure affinché la sua maturazione possa avvenire in maniera corretta. La durata di stagionatura deve essere prescritta in relazione alle proprietà richieste per la superficie del calcestruzzo (resistenza meccanica e compattezza) e per la classe d'esposizione. Se la classe di esposizione prevista è limitata alle classi X0 e XC1, il tempo minimo di protezione non deve essere inferiore a 12 ore, a condizione che il tempo di presa sia inferiore a cinque ore, e che la temperatura della superficie del calcestruzzo sia superiore a  $5^{\circ}\text{C}$ . Se il calcestruzzo è esposto a classi d'esposizione diverse da X0 o XC1, la durata di stagionatura deve essere estesa fino a quando il calcestruzzo ha raggiunto, sulla sua superficie, almeno il 50% della resistenza media, o il 70% della resistenza caratteristica, previste dal progetto.

Nella tabella 58.3 sono riportati, in funzione dello sviluppo della resistenza e della temperatura del calcestruzzo, la durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse da X0 e XC1.

Tabella 58.3 - Durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse (da X0 a XC1)

Temperatura $t$ della superficie del calcestruzzo [°C]	Durata minima della stagionatura (giorni)			
	Sviluppo della resistenza in base al rapporto $r = (f_{cm2}/f_{cm28})^1$			
	Rapido $r \geq 0,50$	Medio $0,50 < r \leq 0,30$	Lento $0,30 < r \leq 0,15$	Molto lento $r < 0,15$
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,0	3
$25 > t \geq 15$	1,0	2,0	3,0	5
$15 > t \geq 10$	2,0	4,0	7,0	10
$10 > t \geq 5$	3,0	6,0	10	15

<sup>1</sup> La velocità di sviluppo della resistenza  $r$  è calcolata in base al rapporto sperimentale della resistenza meccanica  $f_{cm}$  alla compressione determinata alla scadenza di 2 e 28 giorni. Al tempo di maturazione specificato deve essere aggiunto l'eventuale tempo di presa eccedente le cinque ore. Il tempo durante il quale il calcestruzzo rimane a temperatura  $< 5^\circ\text{C}$  non deve essere computato come tempo di maturazione.

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria ad ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme, e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e nei punti di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;
- applicare prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni di protezione curing non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbiatura o l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di curing serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista.

Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

#### *Norme di riferimento per i prodotti filmogeni*

**UNI EN 206-1** – Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità;

**UNI 8656** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;

**UNI 8657** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;

**UNI 8658** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;

**UNI 8659** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;

**UNI 8660** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.

#### *Controllo della fessurazione superficiale*

Per le strutture in cemento armato in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla direzione dei lavori.

Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

#### *Maturazione accelerata con getti di vapore saturo*

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80°C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60°C, e il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10°C/h.

A titolo orientativo potranno essere eseguite le raccomandazioni del documento ACI 517.2R-80 (Accelerated Curing of Concrete at Atmospheric Pressure).

#### 4 *Casseforme e puntelli per le strutture in calcestruzzo semplice e armato*

##### *Caratteristiche delle casseforme*

Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere realizzate in modo da sopportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo, e in modo da essere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

In base alla loro configurazione le casseforme possono essere classificate in:

- casseforme smontabili;
- casseforme a tunnel, idonee a realizzare contemporaneamente elementi edilizi orizzontali e verticali;
- casseforme rampanti, atte a realizzare strutture verticali mediante il loro progressivo innalzamento, ancorate al calcestruzzo precedentemente messo in opera;
- casseforme scorrevoli, predisposte per realizzare in modo continuo opere che si sviluppano in altezza o lunghezza.

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo e alla vibrazione. È opportuno che eventuali prescrizioni relative al grado di finitura della superficie a vista siano riportate nelle specifiche progettuali.

La superficie interna delle casseforme rappresenta il negativo dell'opera da realizzare; tutti i suoi pregi e difetti si ritrovano sulla superficie del getto.

Generalmente, una cassaforma è ottenuta mediante l'accostamento di pannelli. Se tale operazione non è eseguita correttamente e/o non sono predisposti i giunti a tenuta, la fase liquida del calcestruzzo, o boiaccia, fuoriesce provocando difetti estetici sulla superficie del getto, eterogeneità nella tessitura e nella colorazione, nonché nidi di ghiaia.

La tenuta delle casseforme deve essere curata in modo particolare nelle strutture con superfici di calcestruzzo a vista, e può essere migliorata utilizzando giunti preformati riutilizzabili, oppure con mastice e con guarnizioni monouso.

Alla difficoltà di ottenere connessioni perfette si può porre rimedio facendo in modo che le giunture siano in corrispondenza di modanature o di altri punti d'arresto del getto.

Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante.

I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestruzzo, ma svolgono anche altre funzioni, quali la protezione della superficie delle casseforme metalliche dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei pannelli di legno e il miglioramento della qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto e la sua corretta applicazione influenzano la qualità delle superfici del calcestruzzo, in particolare l'omogeneità di colore e l'assenza di bolle.

Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altri materiali assorbenti, calcestruzzo compreso, prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.

Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranze dello spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.

Nella tabella 58.4 sono indicati i principali difetti delle casseforme, le conseguenze e le possibili precauzioni per evitare, o almeno contenere, i difetti stessi.

Tabella 58.4 - Difetti delle casseforme, conseguenze e precauzioni

Difetti	Conseguenze	Precauzioni
<b>Per le casseforme</b>		
Deformabilità eccessiva	Sulle tolleranze dimensionali	Utilizzare casseforme poco deformabili, casseforme non deformate, pannelli di spessore omogeneo
Tenuta insufficiente	Perdita di boiaccia e/o fuoriuscita d'acqua d'impasto. Formazione di nidi di ghiaia	Connettere correttamente le casseforme e sigillare i giunti con materiali idonei o guarnizioni
<b>Per i pannelli</b>		
Superficie troppo assorbente	Superficie del calcestruzzo omogenea e di colore chiaro	Saturare le casseforme con acqua. Usare un idoneo prodotto disarmante e/o impermeabilizzante
Superficie non assorbente	Presenza di bolle superficiali	Distribuire correttamente il disarmante. Far rifluire il calcestruzzo dal basso
Superficie ossidata	Tracce di macchie e di ruggine	Pulire accuratamente le casseforme metalliche. Utilizzare un prodotto disarmante anticorrosivo
<b>Per i prodotti disarmanti</b>		
Distribuzione in eccesso	Macchie sul calcestruzzo Presenza di bolle d'aria	Utilizzare un sistema idoneo a distribuire in modo omogeneo un film sottile di disarmante Pulire accuratamente le casseforme dai residui dei precedenti impieghi
Distribuzione insufficiente	Disomogeneità nel distacco	Curare l'applicazione del prodotto disarmante

#### *Casseforme speciali*

Le casseforme speciali più frequentemente utilizzate sono quelle rampanti e quelle scorrevoli orizzontali e verticali.

Le casseforme rampanti si sorreggono sul calcestruzzo indurito dei getti sottostanti precedentemente messi in opera. Il loro fissaggio è realizzato mediante bulloni o barre inserite nel calcestruzzo. L'avanzamento nei getti è vincolato al raggiungimento, da parte del calcestruzzo, di una resistenza sufficiente a sostenere il carico delle armature, del calcestruzzo del successivo getto, degli uomini e delle attrezzature.

Questa tecnica è finalizzata alla realizzazione di strutture di notevole altezza, quali pile di ponte, ciminiere, pareti di sbarramento (dighe), strutture industriali a sviluppo verticale.

La tecnica delle casseforme scorrevoli consente di mettere in opera il calcestruzzo in modo continuo. La velocità di avanzamento della cassaforma è regolata in modo che il calcestruzzo formato sia sufficientemente rigido da mantenere la propria forma, sostenere il proprio peso e le eventuali sollecitazioni indotte dalle attrezzature e, nel caso di casseforme scorrevoli verticali, anche il calcestruzzo del getto successivo.

Le casseforme scorrevoli orizzontali scivolano conferendo al calcestruzzo la sezione voluta. Inoltre, avanzano su rotaie, e la direzione e l'allineamento sono mantenuti facendo riferimento ad un filo di guida. Sono utilizzate, ad esempio, per rivestimenti di gallerie, condotte d'acqua, rivestimenti di canali, pavimentazioni stradali, barriere spartitraffico.

Le casseforme scorrevoli verticali, invece, sono utilizzate per realizzare strutture, quali sili, edifici a torre, ciminiere.

L'utilizzo delle casseforme scorrevoli comporta dei vincoli per le proprietà del calcestruzzo fresco. Nel caso delle casseforme scorrevoli orizzontali, è richiesta una consistenza quasi asciutta (S1-S2). Il calcestruzzo deve rendersi plastico sotto l'effetto dei vibratori, ma al rilascio dello stampo deve essere sufficientemente rigido per autosostenersi. Con le casseforme scorrevoli verticali, invece, il tempo d'indurimento e la scorrevolezza del calcestruzzo sono parametri vincolanti e devono essere costantemente controllati.

Nel caso di cassetta a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

#### *Casseforme in legno*

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso, l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti. Le parti componenti i casseri devono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Tabella 58.5 - Legname per carpenteria

<b>Tavolame</b>	tavole (o sottomisure)	spessore 2,5 cm larghezza 8-16 cm lunghezza 4 m
	tavoloni (da ponteggio)	spessore 5 cm larghezza 30-40 cm lunghezza 4 m
<b>Legname segato</b>	travi (sostacchine)	sezione quadrata da 12 · 12 a 20 · 20 cm lunghezza 4 m
<b>Legname tondo</b>	antenne, candele	diametro min 12 cm lunghezza > 10-12 cm
	pali, ritti	diametro 10-12 cm lunghezza > 6-12 cm
<b>Residui di lavorazioni precedenti</b>	da tavole (mascelle) da travi (mozzature)	lunghezza >20 cm

Fonte: AITEC, *Il cemento armato: carpenteria*.

#### *Pulizia e trattamento*

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Dove e quando necessario, si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

#### *Legature delle casseforme e distanziatori delle armature*

Gli inserti destinati a mantenere le armature in posizione, quali distanziali, tiranti, barre o altri elementi incorporati o annegati nella sezione come placche e perni di ancoraggio, devono:

- essere fissati solidamente in modo tale che la loro posizione rimanga quella prescritta anche dopo la messa

in opera e la compattazione del calcestruzzo;

- non indebolire la struttura;
- non indurre effetti dannosi al calcestruzzo, agli acciai di armatura e ai tiranti di precompressione;
- non provocare macchie inaccettabili;
- non nuocere alla funzionalità o alla durabilità dell'elemento strutturale;
- non ostacolare la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo.

Ogni elemento annegato deve avere una rigidità tale da mantenere la sua forma durante le operazioni di messa in opera del calcestruzzo.

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo. In particolare, viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nell'esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo. Dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla direzione dei lavori, potranno essere adottati altri sistemi, prescrivendo le cautele da adottare.

È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici; sono, invece, ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile. Si preferiranno, quindi, forme cilindriche, semicilindriche e emisferiche.

#### *Strutture di supporto*

Le strutture di supporto devono prendere in considerazione l'effetto combinato:

- del peso proprio delle casseforme, dei ferri d'armatura e del calcestruzzo;
- della pressione esercitata sulle casseforme dal calcestruzzo in relazione ai suoi gradi di consistenza più elevati, particolarmente nel caso di calcestruzzo autocompattante (SCC);
- delle sollecitazioni esercitate da personale, materiali, attrezzature, ecc., compresi gli effetti statici e dinamici provocati dalla messa in opera del calcestruzzo, dai suoi eventuali accumuli in fase di getto e dalla sua compattazione;
- dei possibili sovraccarichi dovuti al vento e alla neve.

Alle casseforme non devono essere connessi carichi e/o azioni dinamiche dovute a fattori esterni quali, ad esempio, le tubazioni delle pompe per calcestruzzo. La deformazione totale delle casseforme, e la somma di quelle relative ai pannelli e alle strutture di supporto, non deve superare le tolleranze geometriche previste per il getto.

Per evitare la deformazione del calcestruzzo non ancora completamente indurito e le possibili fessurazioni, le strutture di supporto devono prevedere l'effetto della spinta verticale e orizzontale del calcestruzzo durante la messa in opera e, nel caso in cui la struttura di supporto poggi, anche parzialmente, al suolo, occorrerà assumere i provvedimenti necessari per compensare gli eventuali assestamenti.

Nel caso del calcestruzzo autocompattante (SCC) non è prudente tener conto della riduzione di pressione laterale, che deve essere considerata di tipo idrostatico agente su tutta l'altezza di getto, computata a partire dalla quota d'inizio o di ripresa di getto. Per evitare la marcatura delle riprese di getto, compatibilmente con la capacità delle casseforme a resistere alla spinta idrostatica esercitata dal materiale fluido, il calcestruzzo autocompattante deve essere messo in opera in modo continuo, programmando le riprese di getto lungo le linee di demarcazione architettoniche (modanature, segna-piano, ecc.).

#### *Giunti tra gli elementi di cassaforma*

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura, al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature. Potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.

### *Predisposizione di fori, tracce, cavità*

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi, per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

### *Linee generali per il disarmo delle strutture in cemento armato*

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto. Queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:

- sopportare le azioni applicate;
- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate;
- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti.

I carichi sopportati da ogni centina devono essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.

La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata e mantenuta durante l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio. L'appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni ..... dalla data di esecuzione del getto.

Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari ad evitare brusche sollecitazioni e azioni dinamiche. Infatti, l'eliminazione di un supporto dà luogo, nel punto di applicazione, ad una repentina forza uguale e contraria a quella esercitata dal supporto (per carichi verticali, si tratta di forze orientate verso il basso, che danno luogo ad impropri aumenti di sollecitazione delle strutture). Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la resistenza indicata dal progettista, e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della legge n. 1086/1971. In ogni caso, il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la direzione dei lavori.

Si deve porre attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo, come pure al disarmo e alla rimozione delle strutture di sostegno delle solette e delle travi. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato, dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei, e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

Tabella 58.6 - Tempi minimi per del disarmo delle strutture in cemento armato dalla data del getto

<b>Strutture</b>	<b>Calcestruzzo normale [giorni]</b>	<b>Calcestruzzo ad alta resistenza [giorni]</b>
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette di luce modesta	10	4
Puntelli e centine di travi, archi e volte	24	12
Strutture a sbalzo	28	14

### *Disarmanti*

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo e la permeabilità, né influenzarne la presa, o causare la formazione di bolle e macchie.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali. In generale, le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore. La stessa cosa vale per l'applicazione del prodotto.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI 8866-1** – *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione;*

**UNI 8866-2** – *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80°C, su superficie di acciaio o di legno trattato.*

#### *Ripristini e stuccature*

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo delle strutture in calcestruzzo senza il preventivo controllo del direttore dei lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 1 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

Gli eventuali fori e/o nicchie formate nel calcestruzzo dalle strutture di supporto dei casseri, devono essere riempiti e trattati in superficie con un materiale di qualità simile a quella del calcestruzzo circostante.

A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o la verniciatura delle superfici del getto con idonei prodotti.

#### *Caricamento delle strutture disarmate*

Il caricamento delle strutture in cemento armato disarmate deve essere autorizzato dalla direzione dei lavori, che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo e ai carichi sopportabili. La direzione dei lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio.

#### *Prescrizioni specifiche per il calcestruzzo a faccia vista*

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme, il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe. La sabbia, invece, dovrà provenire dalla stessa cava ed avere granulometria e composizione costante.

Le opere o i costituenti delle opere a faccia a vista, che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore, dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura. In particolare, si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.

Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo. Qualora queste apparissero, sarà onere dell'appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

Le superfici finite e curate – come indicato ai punti precedenti – dovranno essere adeguatamente protette, se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse.

Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altri elementi che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica.

Si dovranno evitare, inoltre, macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa. In tali casi, occorrerà prendere i dovuti provvedimenti, evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e, successivamente, sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.

Tutti gli elementi, metallici e non, utilizzati per la legatura e il sostegno dei casseri dovranno essere rimossi dopo la scasseratura.

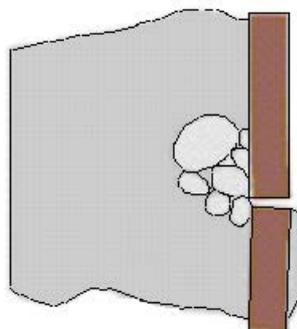
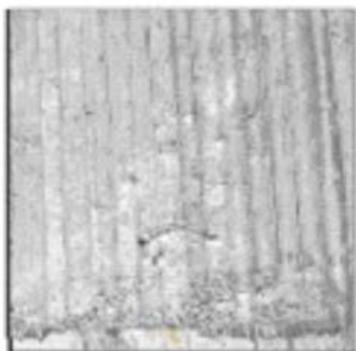
*Difetti superficiali delle strutture, cause e rimedi*

I difetti superficiali del calcestruzzo influenzano non solo le sue caratteristiche estetiche, ma anche quelle di durabilità.

I più frequenti difetti superficiali sono riportati nelle tabelle che seguono, con le indicazioni relative alle cause e ai rimedi che devono essere adottati.

**Tabella 58.7 - Nidi di ghiaia**

<b>Nidi di ghiaia (presenza di aggregato grosso non ricoperto da malta cementizia)</b>		
<b>Cause</b>		<b>Rimedi</b>
<b>Progettuali</b>	Sezione con forte congestione dei ferri di armatura e mancanza di spazio per l'introduzione dei vibrator	Adeguare la disposizione delle armature
<b>Casseforme</b>	Giunti non a tenuta, che permettono la fuoriuscita di acqua, boiaccia o malta	Adeguare le casseforme
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Carenza di fini, scarsa lavorabilità o eccesso d'acqua, indurimento anticipato, diametro massimo degli aggregati in relazione alle dimensioni del getto	Correggere la miscela
<b>Messa in opera</b>	Calcestruzzo lasciato cadere da un'altezza eccessiva, carico eccessivo di calcestruzzo nelle casseforme, tramogge di carico inesistenti o inefficaci, spostamento orizzontale del calcestruzzo	Correggere la messa in opera
<b>Compattazione</b>	Vibratori sottodimensionati per potenza, frequenza o ampiezza, tempo di vibrazione troppo breve o eccessivo, distanza eccessiva tra i punti di vibrazione, numero di vibrator insufficiente	Correggere l'uso dei vibrator

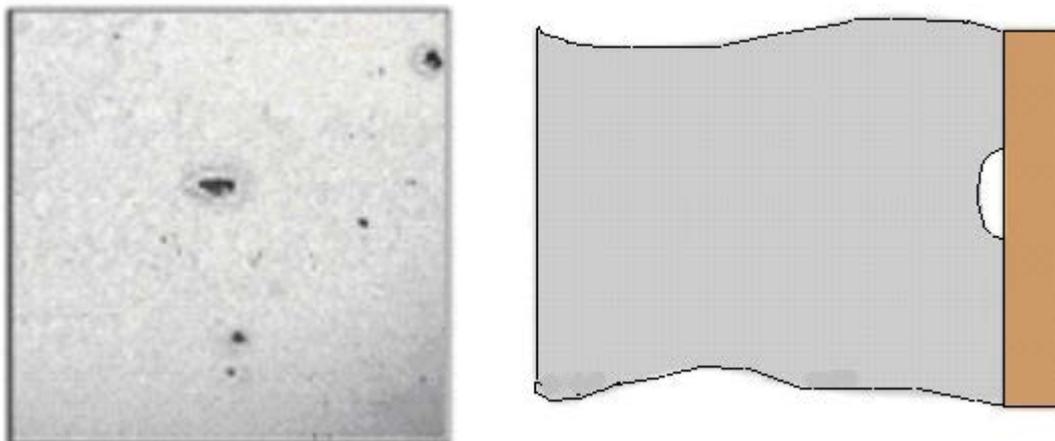


**Figura 58.6 - Nidi di ghiaia**

**Tabella 58.8 - Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma**

**Cavità singole sulla superficie di forma irregolare e dimensione fino a 20 mm**

Cause		Rimedi
<b>Progettuali</b>	Superfici di getto in contropendenza o con interferenze	-
<b>Casseforme</b>	Superfici delle casseforme impermeabili, poco bagnabili, troppo flessibili, e con agente disarmante inadeguato	Adeguare il disarmante
<b>Condizioni operative</b>	Agente disarmante applicato in misura eccessiva o non nebulizzato, temperatura del calcestruzzo troppo elevata	Correggere l'applicazione del disarmante
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Sabbia troppo ricca in fini, lavorabilità inadeguata, dosaggio eccessivo in cemento o materiale pozzolanico, contenuto d'aria troppo alto, calcestruzzo troppo viscoso	Correggere la miscela
<b>Messa in opera</b>	Messa in opera del calcestruzzo discontinua o troppo lenta, portata della pompa o delle tubazioni inadeguata	Assicurare la continuità del getto
<b>Compattazione</b>	Ampiezza di vibrazione eccessiva, vibratore mantenuto fermo e/o parzialmente immerso, vibrazione esterna inadeguata	Correggere il metodo di vibrazione



**Figura 58.7 - Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma**

Tabella 58.9 - Giunti delle casseforme in evidenza

Superfici dei giunti con evidenza di aggregati fini o grossi carenti in cemento, generalmente delimitati da superfici scure		
Cause		Rimedi
<b>Casseforme</b>	Mancanza di tenuta nei giunti delle casseforme o nei raccordi di fissaggio, con sigillatura inadeguata	Adeguare le casseforme
<b>Condizioni operative</b>	Spostamento laterale del calcestruzzo	Correggere il metodo di messa in opera
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Eccesso di acqua, calcestruzzo troppo fluido, e/o carenti in pasta cementizia	Correggere l'applicazione del disarmante e adeguare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Tempo di attesa eccessivo tra la posa del calcestruzzo e la compattazione	Assicurare la continuità del getto
<b>Compattazione</b>	Eccessiva ampiezza o frequenza della vibrazione in relazione alla dimensione delle casseforme	Correggere la vibrazione

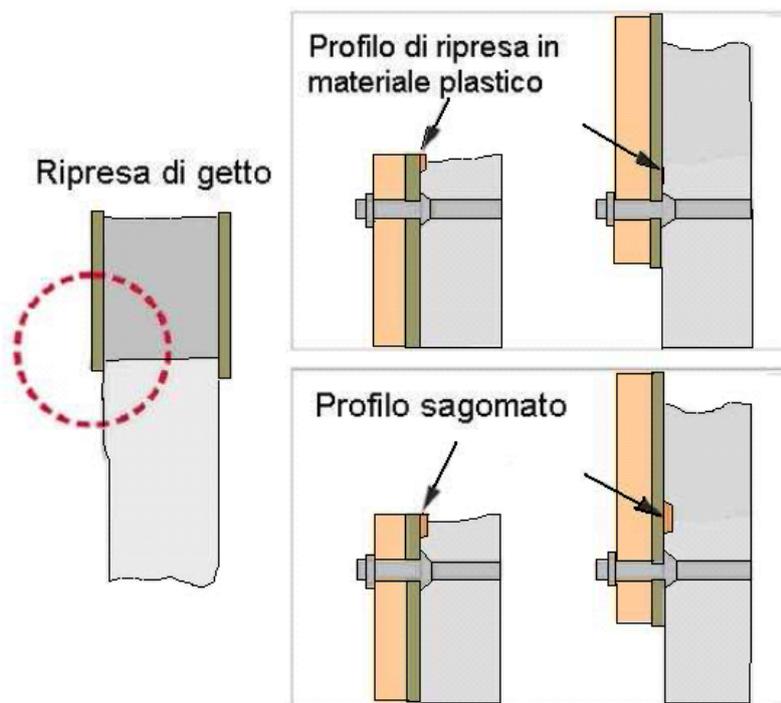


Figura 58.8 - Giunti delle casseforme in evidenza

Tabella 58.10 - Aggregati affioranti sulla superficie del calcestruzzo a vista

Aggregati affioranti sulla superficie del calcestruzzo a vista (superfici chiazze di chiaro o di scuro, presenza di macchie aventi dimensioni simili a quelle dell'aggregato)		
Cause		Rimedi
<b>Casseforme</b>	Troppo flessibili	Adeguare le casseforme
<b>Proprietà calcestruzzo fresco del</b>	Aggregati carenti nel contenuto in fini, granulometria non corretta, aggregato leggero con calcestruzzo troppo fluido	Adeguare la miscela
<b>Compattazione</b>	Vibrazione esterna eccessiva, o vibrazione eccessiva di calcestruzzo leggero	Correggere il sistema di vibrazione

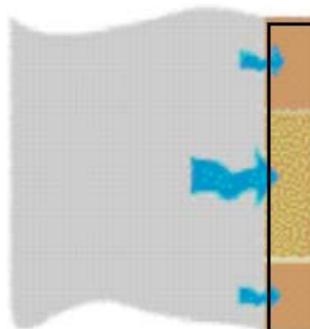
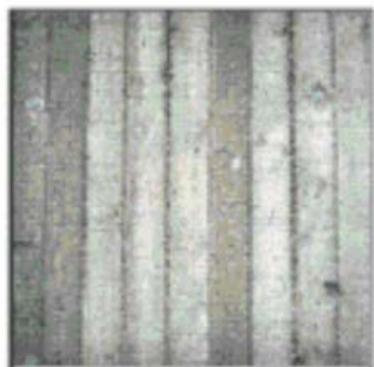
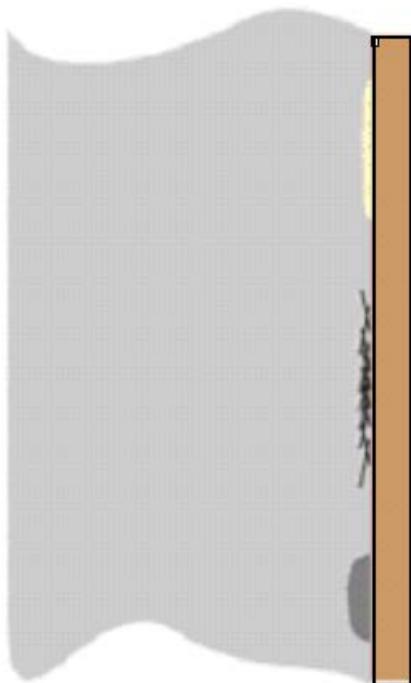
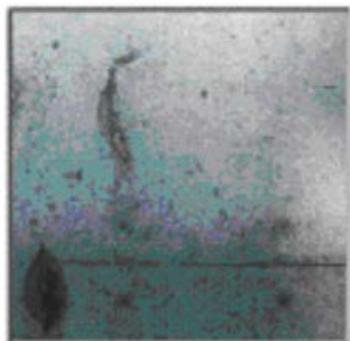
Tabella 58.11 - Fessure di assestamento

Fessure di assestamento (anche corte, di ampiezza variabile e disposte orizzontalmente)		
Cause		Rimedi
<b>Progettuali</b>	Elementi sottili e complessi con difficoltà di accesso per il calcestruzzo e vibrator, spessore del copriferro inadeguato	Adeguare/verificare la geometria
<b>Casseforme</b>	Casseforme inadeguate e dalle superfici ruvide	Adeguare le casseforme
<b>Condizioni operative</b>	Discontinuità nelle operazioni di getto con tempi eccessivi durante la messa in opera del calcestruzzo (ad esempio, tra le colonne e i solai o le travi)	Assicurare la continuità del getto
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Composizione granulometrica inadeguata, calcestruzzo troppo fluido, cemento con presa troppo rapida	Verificare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Discontinua	Assicurare la continuità del getto
<b>Compattazione</b>	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Adeguare la vibrazione

Tabella 58.12 - Variazioni di colore

Variazioni di colore (variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme)		
Cause		Rimedi
<b>Progettuali</b>	Ferri di armatura molto vicini alle casseforme	Adeguare il copriferro
<b>Casseforme</b>	Variazioni nelle proprietà di assorbimento superficiale, reazione fra il calcestruzzo e la superficie della cassaforma, reazione con l'agente disarmante, perdita di boiaccia in corrispondenza dei giunti	Correggere le casseforme
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Granulometria inadeguata degli aggregati, miscelazione non completa, calcestruzzo troppo scorrevole, vibrazione eccessiva	Adeguare la miscela

<b>Messa in opera</b>	Segregazione dei costituenti, consistenza troppo fluida	Aggiustare la consistenza
<b>Compattazione</b>	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Correggere la vibrazione

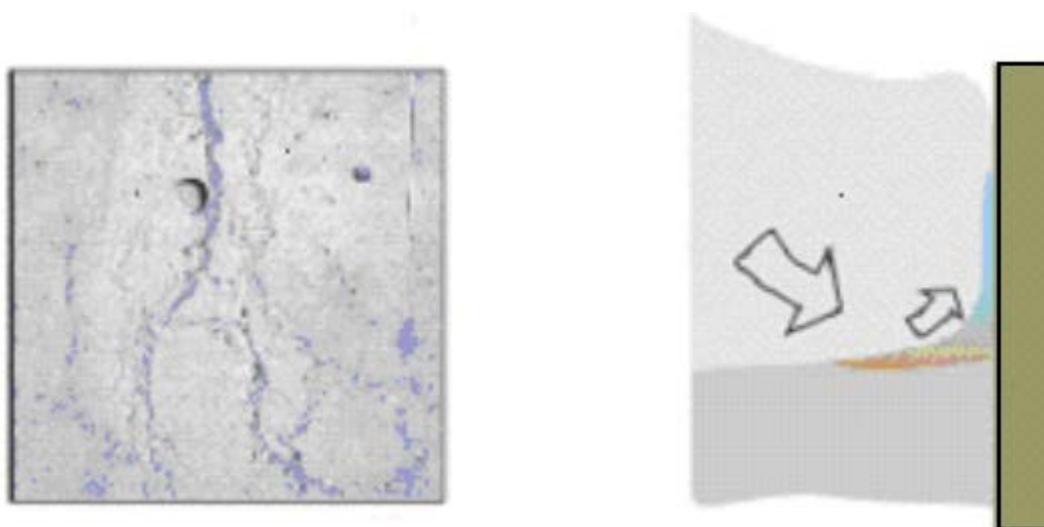


**Figura 58.9 - Variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme**

**Tabella 58.13 - Striature di sabbia e acqua**

<b>Striature di sabbia e acqua (variazioni di colore o di ombre dovute alla separazione di particelle fini)</b>		
<b>Cause</b>		<b>Rimedi</b>
<b>Casseforme</b>	Mancanza di tenuta delle	Adeguare le casseforme, drenare e asciugare l'acqua

	casseforme, acqua in eccesso sul fondo della cassaforma risalente durante il getto	
<b>Condizioni operative</b>	Temperatura bassa, calcestruzzo con eccesso di acqua	Adottare una protezione per le casseforme
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Scarso o eccessivamente ricco di fini, miscela arida, con insufficiente contenuto di pasta	Adeguare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Troppo veloce	Correggere la messa in opera
<b>Compattazione</b>	Vibrazione e/o ampiezza di vibrazione eccessive	Adeguare la vibrazione



**Figura 58.10 - Striature di sabbia e acqua**

Tabella 58.14 - Delimitazione degli strati

<b>Delimitazione degli strati (zone di colore scuro tra gli strati nel calcestruzzo)</b>		
<b>Cause</b>		<b>Rimedi</b>
<b>Casseforme</b>	Troppo deformabili	Irrigidire le casseforme
<b>Condizioni operative</b>	Temperatura troppo elevata, mancanza di continuità nella posa del calcestruzzo e riprese di getto a freddo	Adeguare il mantenimento della lavorabilità
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Troppo bagnato con tendenza all'essudamento, presa rapida	Adeguare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Troppo lenta, attrezzature o mano d'opera inadeguate	Correggere la messa in opera
<b>Compattazione</b>	Carenze nella vibrazione, difetto di penetrazione dei vibratorii attraverso gli strati	Adeguare la vibrazione

**Tabella 58.15 - Giunti freddi**

<b>Giunti freddi (vuoti, nidi di ghiaia, variazioni di colore ai bordi delle riprese, bordo superiore del calcestruzzo non connesso allo strato inferiore)</b>		
<b>Cause</b>		<b>Rimedi</b>
<b>Progettuali</b>	Spazio insufficiente per inserire il vibratore	Adeguare i sistemi di vibrazione
<b>Condizioni operative</b>	Mancanza di coordinamento fra la messa in opera e la compattazione o sistema di vibrazione inadeguato, messa in opera nel momento in cui lo strato inferiore del calcestruzzo ha già iniziato ad indurire	Continuità della messa in opera e della vibrazione
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Elevata perdita di lavorabilità e indurimento troppo rapido	Migliorare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Strati troppo profondi, tempi di attesa eccessivi nella messa in opera dei vari strati	Adeguare le procedure di esecuzione
<b>Compattazione</b>	Vibrazione insufficiente, impossibilità di conferire continuità al getto inserendo il vibratore negli strati contigui, mancato inserimento dei vibratorii nello strato sottostante	Adeguare la vibrazione

**Tabella 58.16 - Marcatura delle casseforme**

<b>Marcatura delle casseforme (irregolarità sulla superficie in corrispondenza delle giunzioni delle casseforme, o come conseguenza di difetti delle casseforme)</b>		
<b>Cause</b>		<b>Rimedi</b>
<b>Progettuali</b>	Giunti di costruzione in corrispondenza di una variazione nella direzione delle casseforme	-
<b>Casseforme</b>	Inadeguate al tipo di getto (dimensioni del getto, pressione sulle casseforme) e di messa in opera, facilmente deformabili	Adeguare le casseforme
<b>Condizioni operative</b>	Sistema di ancoraggio delle casseforme inadeguato, eccessivo accumulo di calcestruzzo prima della sua distribuzione	Correggere il sistema di ancoraggio e le procedure di getto
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Eccessivo ritardo nell'indurimento del calcestruzzo	Migliorare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Troppo lenta	Accelerare la messa in opera
<b>Compattazione</b>	Ampiezza di vibrazione eccessiva, disomogenea distribuzione dei punti di immersione dei vibratorii	Adeguare la vibrazione



**Figura 58.11 - Marcatura delle casseforme**

*Tolleranze dimensionali*

3

*Pilastrì*

LUNGHEZZA  $\pm 1$  cm  
 DIMENSIONE ESTERNA  $\pm 0,5$  cm  
 FUORI PIOMBO PER METRO DI ALTEZZA 1/500  
 INCAVO PER ALLOGGIAMENTO TRAVI  $\pm 0,5$  cm

4

*Travi*

LUNGHEZZA  $\pm 2$  cm  
 LARGHEZZA  $\pm 0,5$  cm  
 ALTEZZA  $\pm 1$  cm  
 SVERGOLATURE PER METRO DI LUNGHEZZA 1/1000

## **Art. 46 Armature minime e limitazioni geometriche delle sezioni degli elementi strutturali in cemento armato**

### *Generalità*

Le armature di elementi strutturali in cemento armato devono rispettare le dimensioni minime stabilite dal punto 4.1.6.1.1 delle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

### *Armatura minima delle travi*

L'area dell'armatura longitudinale  $A_{s,min}$  in zona tesa non deve essere inferiore a:

$$A_{s,min} = 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

dove

$b_t$  rappresenta la larghezza media della zona tesa (per una trave a T con piattabanda compressa, nel calcolare il valore di  $b_t$  si considera solo la larghezza dell'anima);

$d$  è l'altezza utile della sezione.

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio.

Al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare individualmente  $A_{s,max} = 0,04 A_c$ , essendo  $A_c$  l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad  $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$ , essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

In ogni caso, almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

### *Armatura minima dei pilastri*

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore o uguale a 12 mm, e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm. Inoltre, la loro area non deve essere inferiore a:  $A_{s,min} = 0,003 A_c$ , dove  $A_c$  è l'area di calcestruzzo.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di dodici volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di 1/4 del diametro massimo delle barre longitudinali.

Al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura non deve superare  $A_{s,max} = 0,04 A_c$ , essendo  $A_c$  l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

### *Copriferro e interferro*

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo non inferiore a 15 mm.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

Il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in tabella 60.1, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di tabella 4.1.IV delle norme tecniche per le costruzioni. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da cemento

armato o cavi aderenti da cemento armato precompresso (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti, ecc.) o monodimensionale (travi, pilastri, ecc).

Ai valori della tabella 60.1 devono essere aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

I valori della tabella 60.1 si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (tipo 2 secondo la tabella 2.4.I delle norme tecniche per le costruzioni). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 secondo la citata tabella 2.4.I) i valori della tabella 60.1 vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a  $C_{min}$ , i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

Per acciai inossidabili, o in caso di adozione di altre misure protettive contro la corrosione e verso i vani interni chiusi di solai alleggeriti (alveolari, predalles, ecc.), i copriferri potranno essere ridotti in base a documentazioni di comprovata validità.

**Tabella 60.1 - Valori minimi di copriferro**

			Barre da cemento armato		Barre da cemento armato		Cavi da cemento armato precompresso		Cavi da cemento armato precompresso	
			elementi a piastra		altri elementi		elementi a piastra		altri elementi	
$C_{min}$	$C_o$	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto aggressivo	35	40	40	45	45	50	50	50

#### *Dettagli costruttivi*

Le indicazioni fornite nel seguito in merito ai dettagli costruttivi si applicano sia alle strutture in cemento armato gettate in opera che alle strutture in cemento armato prefabbricate. I dettagli costruttivi sono articolati in termini di:

- limitazioni geometriche;
- limitazioni di armatura.

#### *Limitazioni geometriche*

##### *Travi*

La larghezza  $b$  della trave deve essere  $\geq 20$  cm e, per le travi basse comunemente denominate *a spessore*, deve essere non maggiore della larghezza del pilastro, aumentata da ogni lato di metà dell'altezza della sezione trasversale della trave stessa, risultando, comunque, non maggiore di due volte  $bc$ , essendo  $bc$  la larghezza del pilastro ortogonale all'asse della trave.

Il rapporto  $b/h$  tra larghezza e altezza della trave deve essere  $\geq 0,25$ .

Non deve esserci eccentricità tra l'asse delle travi che sostengono pilastri in falso e l'asse dei pilastri che le sostengono. Esse devono avere almeno due supporti, costituiti da pilastri o pareti. Le pareti non possono appoggiarsi in falso su travi o solette.

Le zone critiche si estendono, per CD"B" e CD"A", per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro o da entrambi i lati a partire dalla sezione di prima plasticizzazione. Per travi che sostengono un pilastro in falso, si assume una lunghezza pari a due volte l'altezza della sezione misurata da entrambe le facce del pilastro.

### *Pilastri*

La dimensione minima della sezione trasversale non deve essere inferiore a 250 mm.

Se  $q$ , quale definito nel paragrafo 7.3.1 delle norme tecniche per le costruzioni, risulta  $> 0,1$ , l'altezza della sezione non deve essere inferiore ad un decimo della maggiore tra le distanze tra il punto in cui si annulla il momento flettente e le estremità del pilastro.

In assenza di analisi più accurate, si può assumere che la lunghezza della zona critica sia la maggiore tra l'altezza della sezione,  $1/6$  dell'altezza libera del pilastro, 45 cm, l'altezza libera del pilastro se questa è inferiore a tre volte l'altezza della sezione.

### *Nodi trave-pilastro*

Sono da evitare, per quanto possibile, eccentricità tra l'asse della trave e l'asse del pilastro concorrenti in un nodo. Nel caso che tale eccentricità superi  $1/4$  della larghezza del pilastro, la trasmissione degli sforzi deve essere assicurata da armature adeguatamente dimensionate allo scopo.

### *Pareti*

Lo spessore delle pareti deve essere non inferiore al valore massimo tra 150 mm (200 mm nel caso in cui nelle travi di collegamento siano da prevedersi, ai sensi del paragrafo 7.4.4.6 (armature inclinate) delle norme tecniche per le costruzioni, e  $1/20$  dell'altezza libera di interpiano.

Possono derogare da tale limite, su motivata indicazione del progettista, le strutture a funzionamento scatolare ad un solo piano non destinate ad uso abitativo.

Devono essere evitate aperture distribuite irregolarmente, a meno che la loro presenza non venga specificamente considerata nell'analisi, nel dimensionamento e nella disposizione delle armature.

In assenza di analisi più accurate, si può assumere che l'altezza delle zone critiche sia la maggiore tra la larghezza della parete e  $1/6$  della sua altezza.

### *Limitazioni di armatura*

#### *Travi*

#### *Armature longitudinali*

Almeno due barre di diametro non inferiore a 14 mm devono essere presenti superiormente e inferiormente per tutta la lunghezza della trave.

Le armature longitudinali delle travi, sia superiori che inferiori, devono attraversare, di regola, i nodi, senza ancorarsi o giuntarsi per sovrapposizione in essi. Quando ciò non risulti possibile, sono da rispettare le seguenti prescrizioni:

- le barre vanno ancorate oltre la faccia opposta a quella di intersezione con il nodo, oppure rivoltate verticalmente in corrispondenza di tale faccia, a contenimento del nodo;

- la lunghezza di ancoraggio delle armature tese va calcolata in modo da sviluppare una tensione nelle barre pari a  $1,25 f_{yk}$ , e misurata a partire da una distanza pari a 6 diametri dalla faccia del pilastro verso l'interno.

La parte dell'armatura longitudinale della trave che si ancora oltre il nodo non può terminare all'interno di una zona critica, ma deve ancorarsi oltre di essa.

La parte dell'armatura longitudinale della trave che si ancora nel nodo, invece, deve essere collocata all'interno delle staffe del pilastro.

Per nodi esterni si può prolungare la trave oltre il pilastro, si possono usare piastre saldate alla fine delle barre, si possono piegare le barre per una lunghezza minima pari a dieci volte il loro diametro, disponendo un'apposita armatura trasversale dietro la piegatura.

#### *Armature trasversali*

MOD_02_01_00_16	Qualità dei materiali e norme di misurazione	Rev. n° 04 del 03/2014	Pagina 113 di 199
-----------------	--	------------------------	-------------------

Nelle zone critiche devono essere previste staffe di contenimento. La prima staffa di contenimento deve distare non più di 5 cm dalla sezione a filo pilastro; le successive, invece, devono essere disposte ad un passo non superiore alla minore tra le grandezze seguenti:

- 1/4 dell'altezza utile della sezione trasversale;
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CD"A" e CD "B";
- sei volte e otto volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CD"A" e CD "B";
- ventiquattro volte il diametro delle armature trasversali.

Per staffa di contenimento si intende una staffa rettangolare, circolare o a spirale, di diametro minimo 6 mm, con ganci a 135° prolungati per almeno 10 diametri alle due estremità. I ganci devono essere assicurati alle barre longitudinali.

### *Pilastri*

Nel caso in cui i tamponamenti non si estendano per l'intera altezza dei pilastri adiacenti, l'armatura risultante deve essere estesa per una distanza pari alla profondità del pilastro oltre la zona priva di tamponamento. Nel caso in cui l'altezza della zona priva di tamponamento fosse inferiore a 1,5 volte la profondità del pilastro, devono essere utilizzate armature bi-diagonali.

Nel caso precedente, qualora il tamponamento sia presente su un solo lato di un pilastro, l'armatura trasversale da disporre alle estremità del pilastro deve essere estesa all'intera altezza del pilastro.

### *Armature longitudinali*

Per tutta la lunghezza del pilastro l'interasse tra le barre non deve essere superiore a 25 cm.

Nella sezione corrente del pilastro, la percentuale geometrica  $\rho$  di armatura longitudinale, con  $\rho$  rapporto tra l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i seguenti limiti:  $1\% \leq \rho \leq 4\%$ . Se sotto l'azione del sisma la forza assiale su un pilastro è di trazione, la lunghezza di ancoraggio delle barre longitudinali deve essere incrementata del 50%.

### *Armature trasversali*

Nelle zone critiche devono essere rispettate le condizioni seguenti:

- le barre disposte sugli angoli della sezione devono essere contenute dalle staffe;
- almeno una barra ogni due, di quelle disposte sui lati, deve essere trattenuta da staffe interne o da legature;
- le barre non fissate devono trovarsi a meno di 15 cm e 20 cm da una barra fissata, rispettivamente per CD"A" e CD"B".

Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore a 6 mm, e il loro passo deve essere non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:

- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CD"A" e CD"B";
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CD"A" e CD"B";
- sei e otto volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CD"A" e CD"B".

### *Nodi trave-pilastro*

Lungo le armature longitudinali del pilastro che attraversano i nodi non confinati devono essere disposte staffe di contenimento in quantità almeno pari alla maggiore prevista nelle zone del pilastro inferiore e superiore adiacenti al nodo. Questa regola può non essere osservata nel caso di nodi interamente confinati.

### *Pareti*

Le armature, sia orizzontali che verticali, devono avere diametro non superiore ad 1/10 dello spessore della parete, devono essere disposte su entrambe le facce della parete, ad un passo non superiore a 30 cm, e devono essere collegate con legature, in ragione di almeno nove ogni metro quadrato. Nella zona critica si individuano alle estremità della parete due zone confinate aventi per lati lo spessore della parete e una

lunghezza confinata  $l_c$  pari al 20% della lunghezza in pianta  $l$  della parete stessa e comunque non inferiore a 1,5 volte lo spessore della parete. In tale zona il rapporto geometrico  $\rho$  dell'armatura totale verticale, riferito all'area confinata, deve essere compreso entro i seguenti limiti:  $1\% \leq \rho \leq 4\%$ . Nelle zone confinate l'armatura trasversale deve essere costituita da barre di diametro non inferiore a 6 mm, disposti in modo da fermare una barra verticale ogni due, con un passo non superiore a otto volte il diametro della barra o a 10 cm. Le barre non fissate devono trovarsi a meno di 15 cm da una barra fissata. Le armature inclinate che attraversano potenziali superfici di scorrimento devono essere efficacemente ancorate al di sopra e al di sotto della superficie di scorrimento, e attraversare tutte le sezioni della parete poste al di sopra di essa e distanti da essa meno della minore tra 1/2 altezza e 1/2 larghezza della parete. Nella rimanente parte della parete, in pianta ed in altezza, vanno seguite le regole delle condizioni non sismiche, con un'armatura minima orizzontale e verticale pari allo 0,2%, per controllare la fessurazione da taglio.

#### *Travi di accoppiamento*

Nel caso di armatura ad X, ciascuno dei due fasci di armatura deve essere racchiuso da armatura a spirale o da staffe di contenimento con passo non superiore a 100 mm. In questo caso, in aggiunta all'armatura diagonale, deve essere disposta nella trave un'armatura di almeno 10 cm di diametro, distribuita a passo 10 cm in direzione sia longitudinale che trasversale, e un'armatura corrente di due barre da 16 mm ai bordi superiore e inferiore. Gli ancoraggi delle armature nelle pareti devono essere del 50% più lunghi di quanto previsto per il dimensionamento in condizioni non sismiche.

## **Capitolo 7** **OPERE FOGNARIE, ILLUMINAZIONE E STRADALI**

### **Sezione I Collocazione di tubazioni**

#### **Art. 47 Scavi delle trincee, coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette per la posa in opera delle tubazioni**

##### *4 Generalità*

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni devono essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Qualora fossero necessarie deviazioni, si utilizzeranno i pezzi speciali di corrente produzione o combinazioni delle specifiche tubazioni. L'andamento serpeggiante, sia nel senso altimetrico che in quello planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato.

La larghezza degli scavi dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in opera in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni e ai tipi di giunti da eseguire.

In corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali devono praticarsi, entro lo scavo, bocchette o nicchie, allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio.

L'appaltatore ha l'obbligo di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo e il coordinamento delle quote altimetriche delle fognature esistenti alle quali la canalizzazione da costruire dovrà eventualmente collegarsi.

Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche alle quote altimetriche di posa delle condotte o ai salti di fondo, prima dell'esecuzione dei relativi lavori, sarà necessaria l'autorizzazione della direzione dei lavori.

In caso di inosservanza a quanto prescritto e per le eventuali variazioni non autorizzate della pendenza di fondo e delle quote altimetriche, l'appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, a giudizio della direzione dei lavori, si rendessero necessarie per garantire la funzionalità delle opere in appalto.

Non sono ammesse contropendenze o livellette in piano. Eventuali errori d'esecuzione della livelletta che, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, siano giudicati accettabili in quanto non pregiudicano la funzionalità delle opere, non daranno luogo all'applicazione di oneri a carico dell'appaltatore.

Qualora, invece, detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, si applicheranno le penali previste dal presente capitolato.

Le radici degli alberi in corrispondenza della trincea nella zona interessata all'attraversamento della condotta devono essere accuratamente eliminate.

##### *1 Interferenze con edifici*

Quando gli scavi si sviluppano lungo strade affiancate da edifici esistenti, si dovrà operare in modo da non ridurre la capacità portante dell'impronta delle fondazioni. Gli scavi devono essere preceduti da un attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori, e a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.

Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali – restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'appaltatore – si sia dato corso secondo modalità consentite dalla direzione dei lavori, faranno carico alla stazione appaltante e verranno remunerate secondo i prezzi

d'elenco.

Qualora, lungo le strade sulle quali si devono realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di un'adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

### *1 Attraversamenti di manufatti*

Nel caso si debbano attraversare dei manufatti, si deve assolutamente evitare di murare le tubazioni negli stessi, in quanto ciò potrebbe provocare la rottura dei tubi agli incastri in dipendenza degli inevitabili, anche lievi, assestamenti delle tubazioni e del manufatto. Bisogna, invece, provvedere alla creazione di un certo spazio fra muratura e tubo, fasciando quest'ultimo per tutto lo spessore del manufatto con cartone ondulato o cemento plastico.

Ad ogni modo, è sempre buona norma installare un giunto immediatamente a monte ed uno immediatamente a valle del tratto di tubazione che attraversa la parete del manufatto; eventuali cedimenti saranno, così, assorbiti dall'elasticità dei giunti più vicini.

### *2 Interferenze con servizi pubblici sotterranei*

Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e/o mediante sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti, bisogna determinare con esattezza i punti dove la canalizzazione interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere).

Nel caso di intersezione, i servizi interessati devono essere messi a giorno e assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, se dovesse essere scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente ad un servizio pubblico sotterraneo, o dovesse verificarsi un danno allo stesso durante i lavori, l'appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'ufficio competente.

I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e – se si tratta di acquedotti – protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici.

Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della direzione dei lavori, sentiti gli uffici competenti, si provvederà a deviare dalla fossa i servizi stessi.

Saranno a carico della stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti dei pubblici servizi che, a giudizio della direzione dei lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco per l'esecuzione degli scavi.

### *3 Realizzazione della fossa*

#### *3 Opere provvisoriale*

Le opere provvisoriale in presenza di scavi e/o sbancamenti devono essere realizzate secondo quanto previsto dal piano di sicurezza e di coordinamento (PSC) o del piano operativo di sicurezza (POS), secondo le disposizioni del D.Lgs. n. 81/2008.

#### *4 Tipologie di scavi*

In base agli elementi geometrici degli scavi normalmente utilizzati, si potranno presentare le seguenti tipologie:

- trincea stretta;

- trincea larga;
- terrapieno (posizione positiva);
- terrapieno (posizione negativa).

#### TRINCEA STRETTA

È la migliore sistemazione nella quale collocare, ad esempio, un tubo di PVC, in quanto viene alleggerito dal carico sovrastante, riuscendo a trasmettere parte di esso al terreno circostante in funzione della deformazione per schiacciamento alla quale il manufatto è sottoposto.

#### TRINCEA LARGA

Il carico sul tubo è sempre maggiore di quello relativo alla sistemazione in trincea stretta. Per questo motivo, in fase di progettazione, si consiglia di partire, per questioni di sicurezza, da questa ipotesi.

#### TERRAPIENO (POSIZIONE POSITIVA)

La sommità del tubo sporge sul livello naturale del terreno. L'assenza di fianchi (anche naturali) nello scavo, e il relativo cedimento del terreno, impediscono normalmente la possibilità di impiegare questo metodo nel caso di carichi pesanti.

#### TERRAPIENO (POSIZIONE NEGATIVA)

La tubazione è sistemata ad un livello inferiore a quello naturale del terreno. A motivo di una frizione piuttosto modesta in atto fra il materiale di riempimento sistemato a terrapieno e i fianchi naturali dello scavo, il tubo può sopportare carichi leggermente superiori a quelli della posizione positiva, ma in ogni caso inferiori a quelli sopportabili nelle sistemazioni a trincea stretta e a trincea larga.

La larghezza del fondo della trincea dovrà essere non inferiore a  $(D + 0,40 \cdot D)$  m.

### **Art. 48 Letto di posa per le tubazioni**

#### *1 Appoggio su suoli naturali*

Il supporto può essere realizzato dallo stesso suolo naturale affiorante sul fondo della fossa, purché questo abbia densità almeno pari a quella del supporto in sabbia o ghiaia-sabbia di riporto.

Questa soluzione sarà adottata preferibilmente quando il suolo ha natura non legante, con granulometria massima inferiore a 20 mm. Con tubi rigidi, sarà ammesso l'appoggio diretto anche su suoli costituiti da ghiaia grossa, purché la dimensione non superi la metà dello spessore della parete del condotto.

La superficie di posa sul fondo della fossa sarà accuratamente presagomata secondo la forma esterna dei condotti, in modo tale che questi appoggino esattamente per l'intera superficie corrispondente all'angolo di supporto, evitando appoggi in punti singolari o lungo linee.

Potrà essere, altresì, prescritto il ricalzo della condotta sopra la sella d'appoggio sagomata, con materiale non legante costipato a strati, in modo tale da fargli acquisire una compattezza almeno pari a quella del suolo naturale sottostante. In questo modo di regola dovrà essere aumentato l'angolo di supporto.

In alternativa, la condotta potrà essere posata sul fondo della fossa piana, ossia non presagomata e ricalzata con materiale non legante costipato come nel caso precedente.

Come materiale per il ricalzo si possono usare sabbia e ghiaietto naturale fortemente sabbioso (percentuale di sabbia >15%) con granulometria massima pari a 20 mm, ovvero sabbia di frantumazione e pietrischetto con granulometria massima pari a 11 mm.

Nel caso di tubi con piede, l'angolo del supporto è prefissato dalla forma del piede. Di norma, peraltro, questi tubi saranno posati su uno strato di calcestruzzo magro, senza particolari prescrizioni sulla classe di resistenza e sullo spessore, previa interposizione di malta cementizia liquida.

## 2 Appoggio su materiale di riporto

Nel caso in cui sul fondo della fossa affiorino suoli inadatti per l'appoggio diretto (fortemente leganti o a granulometria troppo grossa), la suola deve essere approfondita per introdurre uno strato di supporto artificiale, costituito da terra adatta o calcestruzzo.

Come materiali di riporto sono adatti sabbia naturale, ghiaia fortemente sabbiosa (parte sabbiosa > 15%) con dimensione massima 20 mm, sabbia di frantumazione e pietrischetto con dimensione massima pari a 1/5 dello spessore minimo dello strato di supporto in corrispondenza della generatrice inferiore del condotto.

Con i suoli di compattezza media è sufficiente uno spessore minimo del supporto pari a  $100 \text{ mm} + 1/10 D$ . Con suoli molto compatti (per esempio rocciosi), per contrastare concentrazioni di carico sul fondo del condotto, quando questo ha diametro superiore a 500 mm, lo spessore minimo del supporto deve essere pari a  $100 \text{ mm} + 1/5 D$ , ovvero si deve prevedere un supporto in calcestruzzo.

## 3 Appoggio su calcestruzzo

Lo strato di supporto dei tubi rigidi dovrà essere realizzato in calcestruzzo quando il fondo della fossa ha forte pendenza o è possibile il dilavamento della sabbia per effetto drenante o il sottofondo è roccioso.

Lo spessore del supporto in calcestruzzo lungo la generatrice inferiore dei tubi senza piede sarà pari a  $50 \text{ mm} + 1/10 D$  in mm, con un minimo di 100 mm. Inizialmente si realizzerà una soletta piana in calcestruzzo, sulla quale verranno sistemati i tubi, completando poi il supporto fino al previsto angolo di appoggio. Oppure il supporto in calcestruzzo verrà realizzato integralmente, con una sagoma corrispondente alla superficie esterna del tubo, e questo verrà successivamente posato su malta fresca. Per i tubi con piede ci si limiterà a realizzare una soletta piana in calcestruzzo con uno spessore minimo uguale a quello del caso precedente.

Per i condotti flessibili, qualora per ragioni costruttive sia necessaria una soletta in calcestruzzo, tra condotto e soletta si deve prevedere uno strato intermedio in sabbia e ghiaietto costipabile, con uno spessore minimo pari a  $100 \text{ mm} + 1/10 D$  in mm.

In ogni caso, fino all'indurimento del calcestruzzo, la fossa deve essere tenuta libera da acque di falda.

## 4 Camicia in calcestruzzo

In particolari condizioni statiche, la direzione dei lavori potrà prescrivere un'incamiciatura del condotto in calcestruzzo semplice o armato, parziale o totale, suddivisa mediante giunti trasversali.

Nel caso di incamiciatura in calcestruzzo di tubi flessibili, occorre fare attenzione che la camicia costituisca l'unica struttura portante, senza la collaborazione del tubo. Pertanto, lo spessore minimo deve essere aumentato in funzione delle esigenze statiche.

Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, e in ogni caso su disposizione della direzione dei lavori, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria minuta) dell'altezza minima di  $D/10 + 10 \text{ cm}$  (essendo  $D$  il diametro del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza del cavo.

Qualora fosse prescritta la posa su massetto delle tubazioni, lo stesso sarà realizzato con conglomerato cementizio magro, in sezioni non inferiori a quelle riportate nella tabella 89.1.

Tabella 89.1 - Tubazioni interrato. Dimensioni minime del massetto di posa

Parametri	Diametro esterno del tubo [cm]												
	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Altezza platea ( $h$ )	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16
Altezza rinfiango ( $H$ )	10	14	18	25	27	30	36	40	46	55	63	68	78
Larghezza massetto ( $L$ )	40	45	50	55	65	70	75	80	95	105	115	130	140

La norma **UNI 7517** indica le diverse modalità di posa e i coefficienti di posa  $K$  da adottare in funzione

dell'angolo d'appoggio, del grado di costipamento del rinfiacco e del tipo di trincea.

#### **Art. 49    Modalità esecutive per la posa in opera di tubazioni**

##### *4    Controllo e pulizia dei tubi*

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti o danni. Le code, i bicchieri e le guarnizioni devono essere integre.

Prima di essere posto in opera, ciascun tubo, giunto e/o pezzo speciale dovrà essere accuratamente controllato per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate manipolazioni (trasporto, scarico, sfilamento), e pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo.

Quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera devono essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà provvedere al suo ripristino.

Deve essere lubrificata l'estremità maschio per tutta la circonferenza, soprattutto nella zona dell'estremità arrotondata. Il lubrificante dovrà essere compatibile con la qualità della gomma.

##### *5    Nicchie in corrispondenza dei giunti*

Il sottofondo deve essere sagomato e avere nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni dei bicchieri, in corrispondenza dei giunti, onde evitare che la tubazione resti poggiata sui giunti stessi.

Le nicchie devono essere costruite dopo avere ultimato lo scavo a fondo livellato e devono avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio e incasso del giunto.

##### *6    Continuità del piano di posa*

Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti, quali impiego di giunti adeguati, rattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorresse, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso, la continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

##### *7    Protezione catodica delle tubazioni metalliche*

Nel caso specifico di tubazioni metalliche, devono essere inserite, ai fini della protezione catodica e in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

##### *8    Tubi danneggiati durante la posa in opera*

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti devono essere riparati in modo da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna

Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse terra o altri materiali estranei tra le superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie pulizie, e a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

##### *9    Piano di posa*

Per la corretta esecuzione delle livellette di posa, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'uso di un'apparecchiatura a raggio laser, corredata di indicatori di pendenza, di dispositivo elettronico di autolivellamento, di spostamento della direzione destra/sinistra, di inclinazione laterale, di spia batteria, munita di livello a bolle d'aria e protetta contro l'inversione della polarità.

Ove si rendesse necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando

appropriate contromisure.

La posa della condotta, sul fondo piano della fossa, è possibile solo mediante introduzione a strati e accurato costipamento del materiale di ricalzo.

La condotta si poserà su un letto di sabbia di spessore  $(0,10 + D/10)$  m, e comunque maggiore di 15 cm, e di larghezza pari allo scavo.

Il supporto deve essere eseguito con l'angolo minimo corrispondente al calcolo statico.

Per i tubi rigidi senza piede, l'angolo di appoggio deve essere di regola 90°; esso può essere realizzato mediante accurato ricalzo e compattazione a mano o con attrezzi leggeri. Angoli di appoggio superiori (120°) possono essere realizzati con tubi rigidi, solo se gli interstizi del supporto vengono costipati a strati in modo intensivo e si assicura che la densità del materiale nell'ambito del supporto sia maggiore della densità sotto il tubo. Angoli di appoggio inferiori a 90° possono essere realizzati previo controllo statico. Con tubi rigidi aventi diametro = 200 mm, l'angolo di appoggio non può comunque essere inferiore a 60°.

Per i tubi flessibili, di regola il calcolo statico è basato su un angolo di appoggio di 180°, realizzato mediante compattazione intensiva del materiale di supporto fino all'altezza delle imposte.

Per i condotti con rivestimento protettivo esterno, il materiale del supporto e le modalità esecutive saranno tali da non danneggiare il rivestimento.

Se il supporto si trova immerso permanentemente o temporaneamente nella falda acquifera sotterranea, si dovrà prevenirne il dilavamento nei terreni circostanti o nel sistema di drenaggio. È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sconsigliano, in quanto possibile, fondi costituiti da gettate di cemento o simili.

Il letto di posa non dovrà essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. In pratica il materiale più adatto sarà costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato dovrà essere accuratamente compatto fino ai prescritti valori dell'indice di Proctor (CNR b.u. n. 69-AASHO mod.).

#### *10 Modalità di posa in opera*

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo della trincea spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

I tubi si poseranno procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni e altri appoggi discontinui.

Nessun tratto di tubazione dovrà essere disposto in orizzontale.

Per le operazioni di posa in opera, si devono osservare le raccomandazioni e le istruzioni del fornitore dei tubi.

I tubi verranno calati nello scavo solamente dopo aver controllato che il letto di posa in sabbia dello spessore di almeno 10 cm sia perfettamente piano e che siano state eseguite le nicchie per l'alloggiamento dei giunti.

### **Art. 50 Rinterro delle tubazioni**

#### *11 Generalità*

Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mira, apparecchi di livellazione, o mediante altri mezzi idonei.

#### *12 Esecuzione del rinterro*

Il materiale già usato per la costituzione del letto di posa verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzeria del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto il tubo e che il rinfiacco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e

compatto. Durante tali operazioni verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo. La compattazione dovrà eseguirsi preferibilmente con vibratori a piastra regolabili di potenza media o con altri mezzi meccanici.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggio dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite con lo stesso materiale costituente il letto di posa, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi, quindi si procederà a riempire la trincea con il materiale di risulta.

Il rinfianco dovrà essere eseguito apportando, in un primo tempo, il materiale su entrambi i lati della tubazione fino al piano diametrale della stessa e, quindi, spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala e costipandolo a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (avendo cura di non danneggiare il tubo). L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato degli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali e animali. Il rinfianco delle tubazioni e il primo riempimento dello scavo, fino a 20 cm al di sopra dell'estremità superiore del tubo, devono essere effettuati con sabbia avente un peso in volume secco minimo di 1,9 t/m<sup>3</sup>. Il massimo contenuto di limo è limitato al 10%. Il massimo contenuto di argilla, invece, è limitato al 5%.

La compattazione dovrà essere effettuata esclusivamente sulle fasce laterali, al di fuori della zona occupata dal tubo, fino ad ottenere che la densità relativa del materiale di rinterro raggiunga il 90% del valore ottimo determinante con la prova di Proctor modificata.

Gli inerti con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate) sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm, che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progettista.

Infine, verrà lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.

Il rinterro deve avvenire secondo le prescrizioni della norma **UNI EN 1295-1**, che distingue:

- zona di rinterro, che deve essere eseguita secondo le caratteristiche della condotta (rigida, semirigida o flessibile), i carichi esterni e la tipologia dei terreni attraversati;
- zona di rinterro accurato, costituita:
  - da letto di posa e rinfianco fino a 10 cm almeno al di sopra della generatrice superiore dell'accoppiamento per le condotte flessibili;
  - letto di posa e base d'appoggio fino al diametro orizzontale per le condotte rigide.
- terreno.

In generale, le condizioni di posa devono tenere conto dei seguenti fattori:

- mantenimento della condotta al riparo dal gelo;
- attraversamento ad alta sicurezza (passaggi di ferrovie, autostrade, ecc.);
- regolamenti locali relativi alla viabilità.

L'esecuzione della base d'appoggio e del rinterro sarà effettuata con materiali compatibili con le condizioni di costipamento necessarie e previa accettazione della direzione dei lavori.

La ricopertura minima della condotta per qualsiasi materiale deve risultare di 80-100 cm in zone soggette a traffico leggero e di almeno 150 cm in zone soggette a traffico pesante. Per altezze del rinterro inferiori a quelle sopra stabilite, il riempimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente e calcolato tenendo conto delle caratteristiche dei terreni di posa, dello scavo e della resistenza meccanica del tubo impiegato.

Per i tubi in ghisa sferoidale potranno ammettersi altezze minime inferiori, previa adeguata verifica e parere favorevole della direzione dei lavori.

Se è previsto il riutilizzo del materiale di scavo, questo sarà privato di tutti quegli elementi suscettibili di danneggiare le condotte. Quando è previsto il costipamento della base d'appoggio, questo sarà realizzato con strumenti leggeri da tutte e due le parti della condotta, al fine di non provocare deviazioni del piano e del livello della condotta.

Per il ricoprimento, la scelta degli strumenti di costipamento (a vibrazione o costipanti), sarà realizzata in funzione della qualità del terreno, dei dispositivi di palancoaggio e dell'altezza di rinterro al di sopra dell'estradosso, previo parere favorevole della direzione dei lavori e del progettista.

Il materiale di rinterro dovrà appartenere ai gruppi A1, A2 e A3 della classificazione CNR **UNI 10006** e rispettare le metodologie di calcolo delle norme ATV 127 e **UNI 7517**.

Resta comunque facoltà della direzione dei lavori, eseguiti i necessari accertamenti, prescrivere, se è il caso, il ricorso ad altro materiale di riporto.

Il rinfianco e il ricoprimento devono essere realizzati con terra vagliata a maglia grossa o liberata (a mano) dagli elementi più grossolani che possono danneggiare la tubazione.

Nel caso di tubi installati in trincea, la profondità minima del rinterro sarà  $1,2 \cdot DN$  (mm), e non saranno ammessi in alcun caso reinterri inferiori alla metà del diametro esterno del tubo, con minimo assoluto di 350 mm.

Nel caso fosse necessario un rinterro minore, si dovrà realizzare un rinfianco in calcestruzzo e, sopra la superficie esterna del tubo, un getto di cemento armato le cui caratteristiche saranno determinate dal progettista della condotta.

Durante le operazioni di rinterro e di costipamento bisogna evitare che carichi pesanti transitino sulla trincea.

### *13 Raccomandazioni per la compattazione*

Considerato che un'eccessiva compattazione o una compattazione con apparecchiature non appropriate possono far deformare il tubo o farlo sollevare dal letto di posa, devono essere rispettate le seguenti raccomandazioni per ottenere il massimo valore pratico della densità del materiale.

La compattazione può essere eseguita usando un compattatore ad impulsi o altro sistema idoneo. Durante la compattazione del rinterro, sarà cura dell'appaltatore e del direttore dei lavori controllare la forma della sezione del tubo. I controlli della deflessione dei tubi si eseguiranno quando siano stati posati e ricoperti i primi tubi. Controlli periodici si effettueranno durante lo svolgimento dei lavori.

Quando è possibile, occorre eseguire sul posto la misura della densità del materiale compattato della zona primaria, per verificarne l'accordo con le assunzioni progettuali esecutive.

Per quanto riguarda i terreni a grana grossolana con il 5% di fini, la massima densità si otterrà con la compattazione, la saturazione e la vibrazione. Il rinterro sarà posato in strati compresi fra 0,15 e 0,30 m. Si dovrà evitare il galleggiamento della tubazione durante la saturazione del terreno. Non è consigliato l'uso del getto d'acqua, in quanto potrebbe comportare il dilavamento del terreno di supporto laterale del tubo. La posa del rinterro al di sopra del tubo dovrà evitarsi nel momento in cui viene saturata la zona di materiale attorno al tubo, in quanto questa condizione caricherebbe il tubo prima che abbia inizio la reazione di assestamento.

La compattazione dei terreni che presentano una quantità di fini compresa tra il 5 e il 12% si dovrà eseguire mediante costipamento o saturazione e vibrazione.

Infine, i terreni a grana grossolana che presentano una quantità di fini maggiore del 12% si compattano meglio per costipazione meccanica in strati compresi fra 0,10 e 0,15 m.

Il direttore dei lavori deve effettuare il controllo di deflessione dopo l'installazione e il ricoprimento dei primi tratti di tubo. L'appaltatore potrà proseguire i lavori soltanto dopo tale controllo.

Il rinfianco con terreni, quali quelli di natura organica, torbosi, melmosi, argillosi, ecc., è vietato, perché detti terreni non sono costipabili a causa del loro alto contenuto d'acqua. Esso potrà essere consentito dalla direzione dei lavori, in via eccezionale, solo se saranno prescritte speciali modalità di posa o maggiori spessori.

## **Sezione II**

### **Realizzazione di opere stradali**

#### **Art. 51 Sovrastruttura stradale. Caratteristiche geometriche delle strade**

MOD_02_01_00_16	Qualità dei materiali e norme di misurazione	Rev. n° 04 del 03/2014	Pagina 123 di 199
-----------------	--	------------------------	-------------------

#### 14 Terminologia relativa alla sovrastruttura

In riferimento alle istruzioni del C.N.R. b.u. n. 169/1994, si riportano le definizioni di cui ai paragrafi seguenti.

#### 15 Premessa

Le parti del corpo stradale più direttamente interessate dai carichi mobili si possono distinguere essenzialmente in:

- sovrastruttura e pavimentazione;
- sottofondo.

3

### Sovrastruttura

#### 2 Definizione

Con il termine *sovrastruttura* si indica la parte del corpo stradale costituita da un insieme di strati sovrapposti, di materiali e di spessori diversi, aventi la funzione di sopportare complessivamente le azioni dal traffico e di trasmetterle e distribuirle, opportunamente attenuate, al terreno d'appoggio (sottofondo) o ad altre idonee strutture.

Nella sovrastruttura normalmente sono presenti e si distinguono i seguenti strati:

- strato superficiale;
- strato di base;
- strato di fondazione.

La sovrastruttura può anche comprendere strati accessori aventi particolari funzioni, quali:

- strato drenante;
- strato anticapillare;
- strato antigelo;
- eventuali strati di geotessile.

Normalmente si considerano tre tipi di sovrastruttura:

- flessibile;
- rigida;
- semirigida.

#### 3 Strati della sovrastruttura

##### 1 Strato superficiale

Lo strato superficiale è lo strato immediatamente sottostante al piano viabile. Nelle sovrastrutture flessibili esso viene suddiviso in due strati:

- strato di usura;
- strato di collegamento (binder).

##### 2 Strato di base

Lo strato di base è lo strato intermedio tra lo strato superficiale e lo strato di fondazione.

##### 3 Strato di fondazione

Lo strato di fondazione è lo strato della parte inferiore della sovrastruttura a contatto con il terreno di appoggio (sottofondo).

##### 4 Strati accessori

Gli strati accessori si distinguono in tre tipi:

- strato anticapillare: strato di materiale di moderato spessore interposto fra lo strato di fondazione e il terreno di sottofondo, destinato ad interrompere, negli strati della sovrastruttura, l'eventuale risalita capillare di acqua proveniente da falda acquifera;
- strato antigelo: strato di opportuno materiale, steso al di sotto dello strato di fondazione in adeguato spessore, avente la funzione di impedire che la profondità di penetrazione del gelo raggiunga un sottofondo gelivo;
- strato drenante: strato di materiale poroso impermeabile, posto a conveniente altezza nella sovrastruttura per provvedere alla raccolta e allo smaltimento di acque di falda o di infiltrazione verso le cunette laterali o altro dispositivo drenante.

4

## *Tipi di sovrastrutture*

### *1 Sovrastruttura flessibile*

Con dizione tradizionale, si definisce *flessibile* una sovrastruttura formata da strati superficiali ed eventualmente di base, costituiti da miscele di aggregati lapidei con leganti idrocarburici e da strati di fondazione non legati.

Nelle sovrastrutture più moderne, lo strato superficiale è spesso costituito da due strati, ovvero uno strato di usura e uno strato di collegamento.

Lo strato di usura è lo strato disposto ad immediato contatto con le ruote dei veicoli, destinato ad assicurare adeguate caratteristiche di regolarità e condizioni di buona aderenza dei veicoli alla superficie di rotolamento, a resistere prevalentemente alle azioni tangenziali di abrasione, nonché a proteggere gli strati inferiori dalle infiltrazioni delle acque superficiali.

Di recente è stato introdotto l'impiego di strati di usura porosi, drenanti e fonoassorbenti. In tal caso l'impermeabilizzazione è realizzata sotto lo strato.

Lo strato di collegamento è lo strato, spesso chiamato *binder*, sottostante al precedente, destinato ad integrarne le funzioni portanti e ad assicurarne la collaborazione con gli strati inferiori. Normalmente è costituito da materiale meno pregiato, e quindi più economico del sovrastante.

Rientrano nella categoria delle sovrastrutture flessibili, inoltre, sovrastrutture di strade secondarie con strati superficiali costituiti da materiali lapidei non legati (macadam), con sovrapposto un eventuale trattamento superficiale.

### *2 Sovrastruttura rigida*

Con dizione tradizionale, si definisce *rigida* una sovrastruttura formata da uno strato superficiale costituito da una lastra in calcestruzzo di cemento armato o non armato, e da uno o più strati di fondazione. La lastra in calcestruzzo somma in sé anche la funzione dello strato di base.

Lo strato di fondazione può essere costituito da miscele di aggregati non legati, ovvero legati con leganti idraulici o idrocarburici e suddiviso in più strati di materiali differenziati.

Poiché le funzioni portanti sono svolte dalla lastra in calcestruzzo, la funzione precipua dello strato di fondazione è quella di assicurare alla lastra un piano di appoggio di uniforme portanza e deformabilità, nonché quella di evitare che l'eventuale parte fine del terreno di sottofondo risalga in superficie attraverso i giunti o le lesioni della lastra, creando vuoti e rendendo disuniformi le condizioni di appoggio della lastra. Esso, infine, può essere chiamato a svolgere anche una funzione drenante.

### *3 Sovrastruttura semirigida*

Con dizione tradizionale, si definisce *semirigida* una sovrastruttura formata da strati superficiali costituiti da miscele legate con leganti idrocarburici, strati di base costituiti da miscele trattate con leganti idraulici, ed eventualmente strati di fondazione trattati anch'essi con leganti idraulici o non legati.

Nelle sovrastrutture di questo tipo, nei casi più frequenti in Italia, gli strati di base comprendono uno strato sottostante trattato con leganti idraulici e uno sovrastante trattato con leganti bituminosi, onde evitare il riprodursi in superficie della fessurazione di ritiro e igrotermica dello strato di base cementato sottostante.

#### 4 *Sovrastruttura rigida polifunzionale*

Con questo termine, recentemente entrato in uso per alcune sovrastrutture rigide autostradali, viene indicata una sovrastruttura costituita da una lastra portante in calcestruzzo di cemento ad armatura continua, con sovrastante strato di usura in conglomerato bituminoso poroso drenante, antisdrucchiolevole e fono-assorbente, uno strato di impermeabilizzazione posto al di sopra della lastra, un primo strato di fondazione a contatto con il sottofondo in misto granulare non legato, e un secondo strato di fondazione sovrapposto al precedente, in misto cementato.

### 5 *Sottofondo*

#### 1 *Definizione*

Si definisce *sottofondo* il terreno costituente il fondo di uno scavo o la parte superiore di un rilevato, avente caratteristiche atte a costituire appoggio alla sovrastruttura. Tale deve considerarsi il terreno fino ad una profondità alla quale le azioni verticali dei carichi mobili siano apprezzabili e influenti sulla stabilità dell'insieme (di solito dell'ordine di 30-80 cm).

#### 2 *Sottofondo migliorato o stabilizzato*

Sottofondo che per insufficiente portanza e/o per notevole sensibilità all'azione dell'acqua e del gelo, viene migliorato o stabilizzato con appositi interventi, ovvero sostituito per una certa profondità. Il sottofondo viene detto *migliorato* quando viene integrato con materiale arido (correzione granulometrica) o quando viene trattato con modesti quantitativi di legante, tali da modificare, anche temporaneamente, le sole proprietà fisiche della terra (quali il contenuto naturale di acqua, la plasticità, la costipabilità, il CBR).

In alcuni casi, il miglioramento può essere ottenuto mediante opere di drenaggio, ovvero con l'ausilio di geosintetici.

Il sottofondo viene detto *stabilizzato* quando il legante è in quantità tale da conferire alla terra una resistenza durevole, apprezzabile mediante prove di trazione e flessione proprie dei materiali solidi. Il legante impiegato è normalmente di tipo idraulico o idrocarburico.

### 6 *Trattamenti*

#### 1 *Trattamento superficiale*

Trattamento che nella viabilità secondaria sostituisce, talvolta, nelle sovrastrutture flessibili, lo strato superficiale.

Il trattamento è ottenuto spargendo in opera, in una o più riprese, prima il legante idrocarburico e quindi l'aggregato lapideo di particolare pezzatura.

Tale trattamento può essere usato anche nella viabilità principale al di sopra dello strato di usura nelle sovrastrutture flessibili o della lastra in calcestruzzo nelle sovrastrutture rigide, per assicurare l'impermeabilità (trattamento superficiale di sigillo) o per migliorare l'aderenza, nel qual caso viene denominato anche *trattamento superficiale di irruvidimento*.

#### 2 *Trattamento di ancoraggio*

Pellicola di legante idrocarburico (detta anche *mano d'attacco*) spruzzata sulla superficie di uno strato della sovrastruttura per promuovere l'adesione di uno strato sovrastante.

### 3 *Trattamento di impregnazione*

Trattamento consistente nello spandere un'adeguata quantità di legante idrocarburico allo stato liquido su uno strato di fondazione o su un terreno di sottofondo a granulometria essenzialmente chiusa. Il legante penetra entro lo strato per capillarità, per una profondità limitata dell'ordine del centimetro.

### 4 *Trattamento di penetrazione*

Trattamento consistente nello spandere un'adeguata quantità di legante (idrocarburico o idraulico) allo stato liquido su uno strato costituito da una miscela di inerti ad elevata percentuale di vuoti.

Il legante deve poter penetrare entro lo strato per gravità, per una profondità dell'ordine di alcuni centimetri.

## 7 *Tipi particolari di pavimentazioni o di strati*

### 1 *Pavimentazione ad elementi discontinui*

Sono, per lo più, costituite da elementi di pietra di forma e dimensioni diverse. Attualmente il loro impiego è prevalentemente limitato alla manutenzione di antiche pavimentazioni di aree urbane monumentali e a transito pedonale.

I tipi più comuni sono i ciottolati (costituiti da ciottoli di forma tondeggianti), i lastricati (costituiti da elementi di forma parallelepipeda) e i selciati (costituiti da elementi più piccoli di forma approssimativamente cubica o tronco-piramidale).

### 2 *Massicciata*

Strato di fondazione costituito da massi irregolari di pietra (scapoli) disposti accostati sul sottofondo e rinzeppati a mano con scaglie di pietrame, e quindi rullato con rullo compressore pesante.

Si tratta di un tipo di struttura molto comune nel passato, ma ormai completamente abbandonata.

Attualmente il termine viene talvolta ancora adoperato per indicare genericamente uno strato di fondazione o di base. Onde evitare equivoci, è opportuno che tale denominazione venga abbandonata.

## 6 **Misti cementati per strati fondazione e di base**

### 16 *Generalità*

Il misto cementato per lo strato di fondazione e per lo strato di base dovrà essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare), trattata con un legante idraulico (cemento) e acqua in impianto centralizzato.

Tali strati dovranno avere spessore non inferiore a 10 cm e non superiore a 20 cm.

### 17 *Materiali costituenti e loro qualificazione*

## 3 *Aggregati*

Gli aggregati sono gli elementi lapidei miscelando i quali si ottiene il misto granulare che costituisce la base del misto cementato. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5) e dagli aggregati fini.

L'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, e da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella 93.1.

Tabella 93.1 - Aggregato grosso

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
-----------	-----------	-----------------	--------

MOD_02_01_00_16	Qualità dei materiali e norme di misurazione	Rev. n° 04 del 03/2014	Pagina 127 di 199
-----------------	--	------------------------	-------------------

Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 30
Quantità di frantumato	-	%	≥ 30
Dimensione max	CNR 23/71	mm	40
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	≤ 30
Passante al setaccio 0,075	CNR 75/80	%	≤ 1
Contenuto di rocce reagenti con alcali del cemento	-	%	≤ 1

L'aggregato fine dovrà essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella tabella 93.2.

Tabella 93.2 - Aggregato fine

Parametro	Normativa	Unità misura	di Valore
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 30; ≤ 60
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 25
Indice plastico	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.
Contenuto di:	-	-	-
- rocce tenere, alterate o scistose	CNR 104/84	%	≤ 1
- rocce degradabili o solfatiche	CNR 104/84	%	≤ 1
- rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	%	≤ 1

Ai fini dell'accettazione da parte del direttore dei lavori, prima della posa in opera, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti, rilasciata da un laboratorio ufficiale.

4

#### *Cemento*

Dovranno essere impiegati i seguenti tipi di cemento, elencati nella norma **UNI EN 197-1**:

- tipo I (Portland);
- tipo II (Portland composito);
- tipo III (d'altoforno);
- tipo IV (pozzolanico);
- tipo V (composito).

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla legge n. 595/1965. Ai fini della loro accettazione, prima dell'inizio dei lavori, dovranno essere controllati e certificati come previsto dal D.P.R. 13 settembre 1993, n. 246 e dal D.M. 12 luglio 1993, n. 314.

5

#### *Acqua*

L'acqua per il confezionamento dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e qualsiasi altra sostanza nociva. In caso di dubbio sulla sua qualità, l'acqua andrà testata secondo la norma **UNI EN 1008**.

6

#### *Aggiunte*

È ammesso, previa autorizzazione della direzione dei lavori, l'aggiunta di ceneri volanti conformi alla norma **UNI EN 450**, sia ad integrazione dell'aggregato fine sia in sostituzione del cemento.

La quantità in peso delle ceneri da aggiungere, in sostituzione del cemento, per ottenere pari caratteristiche meccaniche, dovrà essere stabilita con opportune prove di laboratorio, nella fase di studio delle miscele e, comunque, non potrà superare il 40% del peso del cemento.

7

#### *Miscela*

La miscela di aggregati (misto granulare) per il confezionamento del misto cementato dovrà avere dimensioni non superiori a 40 mm e una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella tabella 93.3.

Tabella 93.3 - Miscele di aggregati per il confezionamento del misto cementato

Serie crivelli e setacci UNI	Autostrade e strade extraurbane principali	Extraurbane secondarie e urbane di scorrimento	Urbane di quartiere. Extraurbane e urbane locali
Crivello	40	100	100
	30	80-100	-
	25	72-90	65-100
	15	53-70	45-78
	10	40-55	35-68
	5	28-40	23-53
Setaccio	2	18-30	14-40
	0,4	8-18	6-23
	0,18	6-14	2-15
	0,075	5-10	-

Il contenuto di cemento, delle eventuali ceneri volanti in sostituzione del cemento stesso, e il contenuto d'acqua della miscela, dovranno essere espressi come percentuale in peso rispetto al totale degli aggregati costituenti il misto granulare di base.

Tali percentuali dovranno essere stabilite in base ad uno studio della miscela, effettuato nel laboratorio ufficiale, secondo quanto previsto dalla norma **CNR B.U. n. 29/1972**. In particolare, la miscela adottata dovranno possedere i requisiti riportati nella tabella 93.4.

Tabella 93.4 - Requisiti delle miscele

Parametro	Normativa	Valore
Resistenza a compressione a 7gg	CNR 29/1972	$2,5 \leq R_c \leq 4,5 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione indiretta a 7gg (Prova Brasiliana)	CNR 97/1984	$R_t \geq 0,25 \text{ N/mm}^2$

Per particolari casi è facoltà della direzione dei lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 N/mm<sup>2</sup>.

Nel caso in cui il misto cementato debba essere impiegato in zone in cui sussista il rischio di degrado per gelo-disgelo, è facoltà della direzione dei lavori richiedere che la miscela risponda ai requisiti della norma SN 640 59a.

#### 18 Accettazione delle miscele

L'impresa è tenuta a comunicare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione delle miscele che intende adottare.

Una volta accettata da parte della direzione dei lavori la composizione delle miscele, l'impresa deve rigorosamente attenersi ad essa.

Nella curva granulometrica sono ammesse variazioni delle singole percentuali di  $\pm 5$  punti per l'aggregato grosso e di  $\pm 2$  punti per l'aggregato fine.

In ogni caso, non devono essere superati i limiti del fuso.

Per la percentuale di cemento nelle miscele è ammessa una variazione di  $\pm 0,5\%$ .

#### 19 Confezionamento delle miscele

Il misto cementato dovrà essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte, e dovrà comunque garantire uniformità di produzione.

### 3 *Preparazione delle superfici di stesa*

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente, dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. Prima della stesa dovrà verificarsi che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, si dovrà provvedere alla sua bagnatura, evitando la formazione di superfici fangose.

#### 20 *Posa in opera delle miscele*

La stesa dovrà essere eseguita impiegando macchine finitrici vibranti. Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti.

Le operazioni di compattazione dello strato dovranno essere realizzate preferibilmente con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. La stesa della miscela non dovrà, di norma, essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C, e mai sotto la pioggia.

Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad un'adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare.

Il giunto di ripresa dovrà essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola si deve, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo da ottenere una parete perfettamente verticale.

Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

#### 21 *Protezione superficiale dello strato finito*

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e finitura dello strato, dovrà essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 daN/m<sup>2</sup> (in relazione al tempo e all'intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia.

Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno successivo a quello in cui è stata effettuata la stesa, e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate saranno consentite solo se autorizzate dalla direzione dei lavori.

#### 22 *Controlli*

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera dovrà essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove *in situ*.

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni saranno effettuati, presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, i controlli della percentuale di cemento e della distribuzione granulometrica dell'aggregato. I valori misurati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli previsti in progetto. Per la determinazione del contenuto di cemento si farà riferimento alla norma **UNI EN 12350-7**.

Lo spessore dello strato realizzato deve essere misurato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

La densità *in situ*, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% delle prove AASHTO modificate (CNR B.U. n. 69/1978), nel 98% delle misure effettuate.

La densità *in situ* sarà determinata mediante normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm, e potrà essere calcolata con una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura con volumometro.

La misura della portanza dovrà accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto cementato su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto.

Il valore del modulo di deformazione (CNR B.U. n. 146/1992), al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 ore dalla compattazione, non dovrà mai essere inferiore a 150 MPa.

Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della direzione dei lavori e l'impresa, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire gli strati interessati.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4-4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla direzione dei lavori.

Tabella 93.5 - Strade urbane di quartiere e locali. Controllo dei materiali e verifica prestazionale

Tipo di campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto	Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa
Aggregato fine		
Acqua		Iniziale
Cemento		
Aggiunte		
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Ogni 5000 m <sup>2</sup> di stesa
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 100m di fascia di stesa
Strato finito (densità <i>in situ</i> )	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 5000 m <sup>2</sup> di stesa

## 7 Misti granulari per strati di fondazione

### 23 Generalità

Il misto granulare dovrà essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventualmente corretta mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico-meccaniche.

Nella sovrastruttura stradale il misto granulare dovrà essere impiegato per la costruzione di strati di fondazione e di base.

### 24 Materiali

#### 1 Aggregati

Gli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5) e gli aggregati fini sono gli elementi lapidei che formano il misto granulare.

L'aggregato grosso in generale deve avere dimensioni non superiori a 71 mm e deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati. Tali elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella 94.1.

Tabella 94.1. Aggregato grosso. Strade urbane di quartiere e locali

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 40	≤ 30
Micro Deval umida	CNR B.U.n. 109/85	%	-	≤ 25
Quantità di frantumato	-	%	-	≤ 60
Dimensione max	CNR B.U. n. 23/71	mm	63	63
Sensibilità al gelo (se necessario)	CNR B.U. n. 80/80	%	≤ 30	≤ 20

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella tabella 94.2

Tabella 94.2 - Aggregato fine. Strade urbane di quartiere e locali

Passante al crivello UNI n. 5				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 40	≥ 50
Indice plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 6	N.P.
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 35	≤ 25
Passante allo 0,075	CNR B.U. n. 75/80	%	≤ 6	≤ 6

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio ufficiale.

## 2 Miscela

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare deve possedere la composizione granulometrica prevista dalla norma **UNI EN 933-1**.

L'indice di portanza CBR (**UNI EN 13286-47**) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguita sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione e, in ogni caso, non minore di 30. È, inoltre, richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Il modulo resiliente (*MR*) della miscela impiegata deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (norma **AASHTO T294**).

Il modulo di deformazione (*MD*) dello strato deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (**CNR B.U. n. 146/1992**).

Il modulo di reazione (*k*) dello strato deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (**CNR B.U. n. 92/1983**).

I diversi componenti (in particolare le sabbie), devono essere del tutto privi di materie organiche, solubili, alterabili e friabili.

## NORME DI RIFERIMENTO

**UNI EN 13286-47** – *Miscela non legate e legate con leganti idraulici. Parte 47: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento;*

**UNI EN 933-1** – *Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati. Determinazione della distribuzione granulometrica. Analisi granulometrica per stacciatura.*

### 3 Accettazione del misto granulare

L'impresa è tenuta a comunicare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione dei misti granulari che intende adottare. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un laboratorio ufficiale. Lo studio di laboratorio deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASHO modificata (**CNR B.U. n. 69/1978**).

Una volta accettato da parte della direzione dei lavori lo studio delle miscele, l'impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

### 4 Confezionamento del misto granulare

L'impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree e i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

### 5 Posa in opera del misto granulare

Il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm, e deve presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato, in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Il costipamento di ciascuno strato deve essere eseguito sino ad ottenere una densità *in situ* non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante un dispositivo di spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque un eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura dovranno impiegarsi rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla direzione dei lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità *in situ* non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata (**CNR B.U. n. 69/1978**), con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D).

In caso contrario l'impresa, a sua cura e spese, dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusi la rimozione e il rifacimento dello strato.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4-4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo

saltuariamente. In caso contrario, l'impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

Nel caso in cui non sia possibile eseguire immediatamente la realizzazione della pavimentazione, dovrà essere applicata una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di pavimentazione.

## 6 Controlli

Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato *in situ* al momento della stesa, oltreché con prove sullo strato finito. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella 94.3.

Tabella 94.3 - Controllo dei materiali e verifica prestazionale

Tipo di campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, poi secondo D.L.
Aggregato fine		
Miscela	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1000 m <sup>3</sup> di stesa
Sagoma		Ogni 20 m o ogni 5 m
Strato finito (densità <i>in situ</i> )		Giornaliera oppure ogni 1000 m <sup>2</sup> di stesa
Strato finito (portanza)	Strato finito o pavimentazione	Ogni 000 m <sup>2</sup> m di fascia stesa

## 7 Materiali

Le caratteristiche di accettazione dei materiali dovranno essere verificate prima dell'inizio dei lavori, ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza dei materiali.

## 8 Miscele

La granulometria del misto granulare va verificata giornalmente, prelevando il materiale *in situ* già miscelato, subito dopo avere effettuato il costipamento. Rispetto alla qualificazione delle forniture, nella curva granulometrica sono ammesse variazioni delle singole percentuali di  $\pm 5$  punti per l'aggregato grosso e di  $\pm 2$  punti per l'aggregato fine. In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso assegnato.

L'equivalente in sabbia dell'aggregato fine va verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.

## 9 Costipamento

A compattazione ultimata, la densità del secco *in situ*, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento ( $\gamma_{smax}$ ) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo la norma **CNR B.U. n. 22/1972**. Per valori di densità inferiori a quelli previsti viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10% dell'importo dello strato, per densità *in situ* comprese tra il 95 e il 98% del valore di riferimento;
- del 20% dell'importo dello strato, per densità *in situ* comprese tra il 93 e il 95% del valore di riferimento.

Il confronto tra le misure di densità *in situ* e i valori ottenuti in laboratorio può essere effettuato direttamente quando la granulometria della miscela in opera è priva di elementi trattenuti al crivello UNI 25 mm.

## 10 Portanza

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'impresa.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto granulare su ciascun tronco omogeneo non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto.

## 11 Sagoma

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La verifica delle quote di progetto dovrà eseguirsi con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 m nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota dovrà verificarsi la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale.

Lo spessore medio dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

## 8 Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali con e senza riciclato per strato di base

### 1 Generalità

I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido, additivi ed eventuale conglomerato riciclato.

### 2 Materiali costituenti e loro qualificazione

### 3 Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido ed, eventualmente, da quello proveniente dal conglomerato riciclato additivato con ACF (attivanti chimici funzionali).

A seconda della temperatura media della zona di impiego, il bitume deve essere del tipo 50/70 oppure 80/100, con le caratteristiche indicate nella tabella 95.1, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Tabella 95.1 - Caratteristiche del bitume

Bitume			Tipo	
Parametro	Normativa	Unità di misura	50/70	80/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426, CNR B.U. n. 24/1971	dmm	50-70	80-100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427, CNR B.U. n. 35/1973	°C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	CNR B.U. n. 43 /1974	°C	≤ - 8	≤ - 8
Solubilità in Tricloroetilene	CNR B.U. n. 48/1975	%	≥ 99	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	PrEN 13072-2	Pa·s	≤ 0,3	≤ 0,2
<b>Valori dopo RTFOT</b>				
Volatilità	CNR B.U. n. 54/1977	%	≤ 0,5	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426, CNR B.U. n. 24/71	%	≥ 50	≥ 50
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427, CNR B.U. n. 35/73	°C	≤ 9	≤ 9

### 4 Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume-aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

L'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo, anche se sottoposto a temperatura elevata (180°C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza e il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).

## 5 *Aggregati*

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella tabella 95.2 al variare del tipo di strada.

**Tabella 95.2 - Aggregato grosso. Strade urbane di quartiere e locali**

Trattenuto al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Los Angeles <sup>1</sup>	UNI EN 1097-2	%	≤40	≤ 40	≤ 25
Micro Deval Umida <sup>1</sup>	UNI EN 1097-1	%	≤ 35	≤ 35	≤ 20
Quantità di frantumato	-	%	≥ 60	≥ 70	100
Dimensione max	CNR B.U. n. 23/1971	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	CNR B.U. n. 80/1980	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	%	≤ 5	≤ 5	0
Passante allo 0,075	CNR B.U. n. 75/1980	%	≤2	≤ 2	≤ 2
Indice appiattimento	CNR B.U. n. 95/1984	%	-	≤ 35	≤30
Porosità	CNR B.U. n. 65/1978	%	-	≤ 1,5	≤1,5
CLA	CNR B.U. n. 140/1992	%	-	-	≥40

<sup>1</sup> Uno dei due valori dei coefficienti Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

Nello strato di usura, la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con CLA ≥ 43, pari almeno al 30% del totale.

In alternativa all'uso del basalto o del porfido si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) o artificiali (argilla espansa resistente o materiali similari, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale (CLA ≥ 50) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% ed il 30% del totale, ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% e il 35% degli inerti che compongono la miscela.

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione. A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere le caratteristiche riassunte nella tabella 95.3.

**Tabella 95.3 - Aggregato fine. Strade urbane di quartiere e locali**

Passante al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Indice plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	-	-
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 25	-	-
Passante allo 0,075	CNR B.U. n. 75/1980	%	-	≤ 3	≤ 3
Quantità di frantumato	CNR B.U. n. 109/1985	%	-	≥ 40	≥ 50

Per aggregati fini utilizzati negli strati di usura, il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10%, qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di CLA ≥ 42.

Il filler, frazione passante al setaccio 0,075 mm, deve soddisfare i requisiti indicati nella tabella 95.4.

**Tabella 95.4 - Aggregato fine. Tutte le strade**

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Spogliamento	CNR B.U. n. 138/1992	%	≤ 5		

Passante allo 0,18	CNR B.U. n. 23/1971	%	100
Passante allo 0,075	CNR B.U. n. 75/1980	%	≥ 30
Indice plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	N.P.
Vuoti Rigden	CNR B.U. n. 123/1988	%	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitumen = 1,5	CNR B.U. n. 122/1988	ΔPA	≥ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio ufficiale, di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Per *conglomerato riciclato* deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura *in situ* eseguita con macchine idonee (preferibilmente a freddo).

Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base: ≤ 30%
- conglomerato per strato di collegamento: ≤ 25%
- conglomerato per tappeto di usura: ≤ 20%.

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento e usura; per il tappeto materiale provenienti solo da questo strato.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei lavori prima dell'inizio dei lavori.

## 6 Miscele

La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella tabella 95.5.

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella tabella 95.5.

Tabella 95.5 - Percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati

Serie crivelli e setacci UNI		Base	Binder	Usura		
				A	B	C
Crivello	40	100	-	-	-	-
Crivello	30	80-100	-	-	-	-
Crivello	25	70-95	100	100	-	-
Crivello	15	45-70	65-85	90-100	100	-
Crivello	10	35-60	55-75	70-90	70-90	100
Crivello	5	25-50	35-55	40-55	40-60	45-65
Setaccio	2	20-35	25-38	25-38	25-38	28-45
Setaccio	0,4	6-20	10-20	11-20	11-20	13-25
Setaccio	0,18	4-14	5-15	8-15	8-15	8-15
Setaccio	0,075	4-8	4-8	6-10	6-10	6-10
% di bitume		4,0-5,0	4,5-5,5	4,8-5,8	5,0-6,0	5,2-6,2

Per i tappeti di usura, il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4 cm, il fuso B per spessori di 3-4 cm, e il fuso C per spessori inferiori a 3 cm.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder e il tappeto di usura sono riportate nelle tabelle 95.6 e 95.7.

**Tabella 95.6 - Caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder e il tappeto di usura. Metodo volumetrico**

Metodo volumetrico	Strato pavimentazione				
	Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione		1,25° ± 0,02			
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30			
Pressione verticale	kPa	600			
Diametro del provino	mm	150			
<i>Risultati richiesti</i>	-	-	-	-	-
Vuoti a 10 rotazioni	%	10-14	10-14	10-14	
Vuoti a 100 rotazioni <sup>1</sup>	%	3-5	3-5	4-6	
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2	
Resistenza a trazione indiretta a 25°C <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	-	-	0,6-0,9	
Coefficiente di trazione indiretta <sup>2</sup> a 25°C <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	-	-	>50	
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 5	≤ 25	≤ 25	

<sup>1</sup> La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria verrà indicata nel seguito con  $D_G$ .  
<sup>2</sup> Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria.

**Tabella 95.7 - Caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder e il tappeto di usura. Metodo Marshall**

Metodo Marshall	Strato pavimentazione				
	Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Costipamento	75 colpi per faccia				
Risultati richiesti	-	-	-	-	-
Stabilità Marshall	kN	8	10	11	
Rigidezza Marshall	kN/mm	> 2,5	3-4,5	3-4,5	
Vuoti residui <sup>1</sup>	%	4-7	4-6	3-6	
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25	
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	N/mm <sup>2</sup>	-	-	0,7-1	
Coefficiente di trazione indiretta 25°C	N/mm <sup>2</sup>	-	-	> 70	

<sup>1</sup> La densità Marshall viene indicata nel seguito con  $D_M$ .

### 7 Accettazione delle miscele

L'impresa è tenuta a presentare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettata da parte della direzione dei lavori la composizione della miscela proposta, l'impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 5 per lo strato di base e di ± 3 per gli strati di binder e usura. Sono ammessi scostamenti dell'aggregato fine (passante al crivello UNI n. 5) contenuti in ± 2; scostamenti del passante al setaccio UNI 0,075 mm contenuti in ± 1,5.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di ± 0,25.

<sup>2</sup> Coefficiente di trazione indiretta:  $CTI = \pi/2 DRt/Dc$

Dove

$D$  = dimensione in mm della sezione trasversale del provino

$Dc$  = deformazione a rottura

$Rt$  = resistenza a trazione indiretta.

## 8 Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di caratteristiche idonee, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

L'impianto deve, comunque, garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme, fino al momento della miscelazione, oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

## 9 Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione dello strato di conglomerato bituminoso, è necessario preparare la superficie di stesa, allo scopo di garantire un'adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi le caratteristiche progettuali. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso, la lavorazione corrispondente prenderà il nome, rispettivamente, di *mano di ancoraggio* e *mano d'attacco*.

Per *mano di ancoraggio* si intende un'emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato, irrigidendone la parte superficiale, fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da un'emulsione bituminosa cationica applicata con un dosaggio di bitume residuo pari ad almeno 1 kg/m<sup>2</sup>, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella 95.8.

Tabella 95.8 - Caratteristiche dell'emulsione bituminosa (mano d'ancoraggio)

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984	-	positiva
Contenuto di acqua [%] peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	45±2
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	55±2
Flussante [%]	CNR B.U. n. 100/1984	%	1-6
Viscosità Engler a 20°C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	2-6
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso	-	-	-
Penetrazione a 25°C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	180-200
Punto di rammollimento	UNI EN 1427, CNR B.U. n. 35/73	°C	30±5

Per *mano d'attacco* si intende un'emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo), applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi, aumentando l'adesione all'interfaccia.

Le caratteristiche e il dosaggio del materiale da impiegare variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da un'emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m<sup>2</sup>, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella 95.9.

Tabella 95.9 - Caratteristiche dell'emulsione bituminosa (mano d'attacco)

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984	-	positiva	positiva
Contenuto di acqua [%] peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	40±2	35±2

Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	60±2	65±2
Flussante [%]	CNR B.U. n. 100/1984	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20°C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 8	< 8
Residuo bituminoso	-	-	-	-
Penetrazione a 25°C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	< 100	< 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427, CNR B.U. n. 35/73	°C	> 40	> 40

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente, deve utilizzarsi un'emulsione bituminosa modificata dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/ m<sup>2</sup>, avente le caratteristiche riportate nella tabella 95.10.

Prima della stesa della mano d'attacco, l'impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Tabella 95.10 - Caratteristiche dell'emulsione bituminosa

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%
Polarità	CNR B.U. n. 99/1984	-	positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR B.U. n. 101/1984	%	30±1
Contenuto di bitume+flussante	CNR B.U. n. 100/1984	%	70±1
Flussante (%)	CNR B.U. n. 100/1984	%	0
Viscosità Engler a 20°C	CNR B.U. n. 102/1984	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	CNR B.U. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso	-	-	-
Penetrazione a 25°C	CNR B.U. n. 24/1971	dmm	50-70
Punto di rammollimento	CNR B.U. n. 35/1973	°C	> 65

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55% di bitume residuo), a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella tabella 95.10.

Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati, e a produrre copia dello studio prestazionale eseguito con il metodo ASTRA (metodologia riportata in allegato B) rilasciato dal produttore.

#### 10 Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti e fessurazioni, ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica, per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato, si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio e asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati fra di loro di almeno 20 cm, e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140°C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di peso idoneo e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

La compattazione dovrà avvenire garantendo uniforme addensamento in ogni punto, in modo da evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità e di ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato, deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio strato, la sovrapposizione degli strati deve essere realizzata nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati, deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

## 11 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove *in situ*.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni, uno dei quali viene utilizzato per i controlli presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. L'altro campione, invece, resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela deve essere determinata la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati e la quantità di attivante d'adesione; devono, inoltre, essere controllate le caratteristiche di idoneità mediante la pressa giratoria.

I provini confezionati mediante la pressa giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25°C (brasiliana).

In mancanza della pressa giratoria, devono essere effettuate prove Marshall:

- peso di volume (DM);
- stabilità e rigidità (CNR B.U. n. 40/1973);
- percentuale dei vuoti residui (CNR B.U. n. 39/1973);
- resistenza alla trazione indiretta (prova brasiliana, CNR B.U. n. 134/1991).

Dopo la stesa, la direzione dei lavori preleverà alcune carote per il controllo delle caratteristiche del calcestruzzo e la verifica degli spessori.

Sulle carote devono essere determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui e lo spessore, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) e scartando i valori con spessore in eccesso di oltre il 5% rispetto a quello di progetto.

Per il tappeto di usura dovrà, inoltre, essere misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo skid tester, secondo la norma **CNR B.U. n. 105/1985**.

## 9 Opere d'arte stradali

### *Caditoie stradali*

3

#### *Generalità*

Per *caditoie stradali* si intendono i dispositivi che hanno la funzione di raccolta delle acque defluenti nelle cunette stradali o ai bordi di superfici scolanti opportunamente sagomate.

Le caditoie devono essere costituite da un pozzetto di raccolta interrato, generalmente prefabbricato, e dotate di un dispositivo di coronamento formato da un telaio che sostiene un elemento mobile detto *griglia* o *coverchio*, che consente all'acqua di defluire nel pozzetto di raccolta per poi essere convogliata alla condotta di fognatura.

La presa dell'acqua avviene a mezzo di una bocca superiore, orizzontale o verticale, i cui principali tipi sono:

- a griglia;
- a bocca di lupo;
- a griglia e bocca di lupo;
- a fessura.

Un idoneo dispositivo posto tra la griglia di raccolta e la fognatura deve impedire il diffondersi degli odori verso l'esterno (caditoia sifonata).

Le caditoie potranno essere disposte secondo le prescrizioni del punto 5 della norma **UNI EN 124 – Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo qualità**, che classifica i dispositivi di chiusura e di coronamento nei seguenti gruppi in base al luogo di impiego:

- gruppo 1 (classe A 15), per zone usate esclusivamente da ciclisti e pedoni;
- gruppo 2 (classe B 125), per marciapiedi, zone pedonali, aree di sosta e parcheggi multipiano;
- gruppo 3 (classe C 250), per banchine carrabili, cunette e parcheggi per automezzi pesanti, che si estendono al massimo per 50 cm nella corsia di circolazione e fino a 20 cm sul marciapiede, a partire dal bordo;
- gruppo 4 (classe D 400), per strade provinciali e statali e aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli;
- gruppo 5 (classe E 600), per aree soggette a transito di veicoli pesanti;
- gruppo 6 (classe F 900), per aree soggette a transito di veicoli particolarmente pesanti.

4

#### *Pozzetti per la raccolta delle acque stradali*

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali potranno essere costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato, ad elevato dosaggio di cemento, e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma **UNI EN 124**.

Potranno essere realizzati, mediante associazione dei pezzi idonei, pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45 cm · 45 cm e di 45 cm · 60 cm per i pozzetti sifonati. Il tubo di scarico deve avere un diametro interno minimo di 150 mm.

I pozzetti devono essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti. L'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla direzione dei lavori.

I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m<sup>3</sup> d'impasto. La superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale e a una quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati devono essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole porta secchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

5

#### *Materiali*

Il punto 6.1.1 della norma **UNI EN 124** prevede per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, escluso le griglie, l'impiego dei seguenti materiali:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti in acciaio;
- acciaio laminato;
- uno dei materiali ai punti precedenti abbinati con calcestruzzo;
- calcestruzzo armato.

L'eventuale uso di acciaio laminato sarà ammesso, previa adeguata protezione contro la corrosione. Il tipo di protezione richiesta contro la corrosione dovrà essere stabilito, tramite accordo fra direzione dei lavori e appaltatore.

La citata norma **UNI EN 124** prevede, per la fabbricazione delle griglie, i seguenti materiali:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- getti in acciaio.

Il riempimento dei coperchi potrà essere realizzato in calcestruzzo o in altro materiale adeguato, solo previo consenso della direzione dei lavori.

I materiali di costruzione devono essere conformi alle norme di cui al punto 6.2 della norma **UNI EN 124**.

Nel caso di coperchio realizzato in calcestruzzo armato, per le classi comprese tra B 125 e F 900, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 giorni (secondo le norme **DIN 4281**) pari ad almeno 45 N/mm<sup>2</sup> – nel caso di provetta cubica con 150 mm di spigolo – e pari a 40 N/mm<sup>2</sup> nel caso di provetta cilindrica di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza. Per la classe A 15 la resistenza a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 20 N/mm<sup>2</sup>.

Il copriferro in calcestruzzo dell'armatura del coperchio dovrà avere uno spessore di almeno 2 cm su tutti i lati, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lastra di acciaio, getti d'acciaio, ghisa a grafite lamellare o sferoidale.

Il calcestruzzo di riempimento del coperchio dovrà essere additivato con materiali indurenti per garantire un'adeguata resistenza all'abrasione.

6

#### *Marcatatura*

MOD_02_01_00_16	Qualità dei materiali e norme di misurazione	Rev. n° 04 del 03/2014	Pagina 145 di 199
-----------------	--	------------------------	-------------------

**Codice interno GULP: 13937**

Secondo il punto 9 della norma **UNI EN 124**, tutti i coperchi, le griglie e i telai devono riportare una marcatura leggibile, durevole e visibile dopo la posa in opera, indicante:

- la norma UNI;
- la classe o le classi corrispondenti;
- il nome e/o la sigla del produttore;
- il marchio dell'eventuale ente di certificazione;
- eventuali indicazioni previste dalla lettera e) del citato punto 9 della norma **UNI EN 124**;
- eventuali indicazioni previste dalla lettera f) del citato punto 9 della norma **UNI EN 124**.

7

### *Caratteristiche costruttive*

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso.

I dispositivi di chiusura dei pozzetti possono essere previsti con o senza aperture di aerazione.

Nel caso in cui i dispositivi di chiusura presentino aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione dovrà essere conforme ai valori del prospetto II del punto 7.2 della norma **UNI EN 124**.

#### *1 Aperture di aerazione*

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere dimensioni in linea con il tipo di classe di impiego.

#### *2 Dimensione di passaggio*

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 60 cm, per consentire il libero passaggio di persone dotate di idoneo equipaggiamento.

#### *3 Profondità di incastro*

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, aventi dimensione di passaggio minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità di incastro di almeno 50 mm. Tale prescrizione non è richiesta per i dispositivi il cui coperchio (o griglia) è adeguatamente fissato, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico veicolare.

#### *4 Sedi*

La superficie di appoggio dei coperchi e delle griglie dovrà essere liscia e sagomata, in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino spostamenti, rotazioni ed emissione di rumore. A tal fine, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'impiego di idonei supporti elastici per prevenire tali inconvenienti.

#### *5 Protezione spigoli*

Gli spigoli e le superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe compresa tra A 15 e D 400, devono essere protetti con idonea guarnizione in ghisa o in acciaio dello spessore previsto dal prospetto III della norma **UNI EN 124**.

La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi comprese tra E 600 e F 900 deve essere conforme alle prescrizioni progettuali.

#### *6 Fessure*

Le fessure, per le classi comprese tra A 15 e B 125, devono essere conformi alle prescrizioni del prospetto IV della norma **UNI EN 124**, e al prospetto V della citata norma per le classi comprese tra C 250 e F 900.

#### *7 Cestelli e secchi scorificatori*

Gli eventuali cesti di raccolta del fango devono essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi

appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali. Devono essere di facile sollevamento e alloggiati su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

Nel caso di riempimento del cestello, dovrà essere assicurato il deflusso dell'acqua e l'aerazione.

#### *8 Stato della superficie*

La superficie superiore delle griglie e dei coperchi delle classi comprese tra D 400 e F 900 dovrà essere piana, con tolleranza dell'1%.

Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono essere conformate in modo da risultare non sdruciolevoli e libere da acque superficiali.

#### *9 Sbloccaggio e rimozione dei coperchi*

Dovrà essere previsto un idoneo dispositivo che assicuri lo sbloccaggio e l'apertura dei coperchi.

#### *10 Dispositivi di chiusura e di coronamento*

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, e i coperchi, per quelli da marciapiede.

Nel caso sia prevista l'installazione dei cesti per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata. Verrà, quindi, steso un letto di malta a 500 kg di cemento tipo 425 per m<sup>3</sup> di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tal fine necessario, non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm. Qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della direzione dei lavori, all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q di cemento tipo 425 per m<sup>3</sup> d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria e opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà, quindi, alla stesura del nuovo strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se è il caso, anelli d'appoggio.

I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della direzione dei lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, devono essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

#### *10 Camerette d'ispezione*

##### *8 Ubicazione*

Le camerette di ispezione devono essere localizzate come previsto dal progetto esecutivo, e, in generale, in corrispondenza dei punti di variazione di direzione e/o cambiamenti di pendenza. In particolare, devono essere disposti lungo l'asse della rete a distanza non superiore a 20-50 m.

##### *9 Caratteristiche costruttive*

I pozzetti d'ispezione devono essere muniti di innesti elastici e a perfetta tenuta idraulica. In presenza di falda, devono essere prese precauzioni per evitare eventuali infiltrazioni d'acqua dalle pareti dei pozzetti.

I pozzetti potranno avere sezione orizzontale circolare o rettangolare, con diametro o lati non inferiori a 100 cm. Devono essere dotati di chiusino d'accesso generalmente realizzato in ghisa, avente diametro maggiore di 60 cm.

10

#### *Dispositivi di chiusura e di coronamento*

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) devono essere conformi a quanto prescritto dalla norma **UNI EN 124**.

Il marchio del fabbricante dovrà occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non dovrà riportare scritte di tipo pubblicitario.

La superficie del dispositivo di chiusura deve essere posizionata a quota del piano stradale finito.

I pozzetti delle fognature bianche potranno essere dotati di chiusini provvisti di fori d'aerazione (chiusini ventilati).

#### *4 Gradini d'accesso*

Il pozzetto dovrà essere dotato di gradini di discesa e risalita, collocati in posizione centrale rispetto al cammino d'accesso. La scala dovrà essere alla marinara, con gradini aventi interasse di 30-32 cm, realizzati in ghisa grigia, ferro, acciaio inossidabile, acciaio galvanizzato o alluminio. Tali elementi devono essere opportunamente trattati con prodotti anticorrosione per prolungarne la durata. In particolare, le parti annegate nella muratura devono essere opportunamente protette con idoneo rivestimento, secondo il tipo di materiale, per una profondità di almeno 35 mm.

Nel caso di utilizzo di pioli (o canna semplice), questi devono essere conformi alle norme **DIN 19555** e avere diametro minimo di 20 mm, e la sezione dovrà essere calcolata in modo che il piolo possa resistere ad un carico pari a tre volte il peso di un uomo e dell'eventuale carico trasportato. La superficie di appoggio del piede deve avere caratteristiche antiscivolo.

Al posto dei pioli potranno utilizzarsi staffe (o canna doppia) che devono essere conformi alle seguenti norme:

- tipo corto: **DIN 1211 B**;
- tipo medio: **DIN 1211 A**;
- tipo lungo: **DIN 1212**.

In tutti i casi, i gradini devono essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.

Nel caso di pozzetti profondi la discesa deve essere suddivisa mediante opportuni ripiani intermedi, il cui dislivello non deve superare i 4 m.

#### *5 Pozzetti prefabbricati*

I pozzetti potranno essere di tipo prefabbricato in cemento armato, PRFV, ghisa, PVC, PEad, ecc.

Il pozzetto prefabbricato deve essere costituito da un elemento di base provvisto di innesti per le tubazioni, un elemento di sommità a forma tronco conica o tronco piramidale che ospita in alto il chiusino, con l'inserimento di anelli o riquadri (detti raggiungi-quota), e da una serie di elementi intermedi, di varia altezza, che collegano la base alla sommità.

Le giunzioni con le parti prefabbricate devono essere adeguatamente sigillate, con materiali plastici ed elastici ad alto potere impermeabilizzante. Solo eccezionalmente, quando non sono richieste particolari prestazioni per l'assenza di falde freatiche e la presenza di brevi sovrappressioni interne (in caso di riempimento della cameretta), potrà essere ammessa l'impermeabilizzazione con malta di cemento. In ogni caso, sul lato interno del giunto, si devono asportare circa 2 cm di malta, da sostituire con mastici speciali resistenti alla corrosione.

Per i manufatti prefabbricati in calcestruzzo si farà riferimento alla norma **DIN 4034**.

#### *1 Pozzetti realizzati in opera*

I pozzetti realizzati in opera potranno essere in muratura di mattoni o in calcestruzzo semplice o armato.

Le pareti dei muri devono essere ortogonali all'asse delle tubazioni per evitare il taglio dei tubi. Le pareti devono essere opportunamente impermeabilizzate, secondo le prescrizioni progettuali, al fine di prevenire la dispersione delle acque reflue nel sottosuolo.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con cemento CEM II R. 32.5 dosato a 200 kg per m<sup>3</sup> di impasto per il fondo e a 300 kg per m<sup>3</sup> per i muri perimetrali. Per le solette si impiegherà, invece, cemento tipo CEM II R. 425, nel tenore di 300 kg per m<sup>3</sup>. In tal caso, sarà opportuno impiegare nel confezionamento additivi idrofughi.

La superficie interna del pozzetto, se in calcestruzzo, in presenza di acque fortemente aggressive, dovrà essere rifinita con intonaci speciali o rivestita con mattonelle di gres ceramico. In presenza di acque mediamente aggressive, si potrà omettere il rivestimento protettivo rendendo il calcestruzzo impermeabile e liscio, e confezionandolo con cemento resistente ai solfati. Tutti gli angoli e gli spigoli interni del pozzetto devono essere arrotondati.

I pozzetti realizzati in murature o in calcestruzzo semplice devono avere uno spessore minimo di 20 cm, a meno di 2 m di profondità e di 30 cm per profondità superiori.

L'eventuale soletta in cemento armato di copertura, con apertura d'accesso, dovrà avere uno spessore minimo di 20 cm e un'armatura minima con 10 Ø 8 mm/m e 3 Ø 7 mm/m, e opportunamente rinforzata in corrispondenza degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta.

## 2 Collegamento del pozzetto alla rete

L'attacco della rete al pozzetto dovrà essere realizzato in modo da evitare sollecitazioni di taglio, ma consentendo eventuali spostamenti relativi tra la tubazione e il manufatto. A tal fine devono essere impiegati appositi pezzi speciali, con superficie esterna ruvida, di forma cilindrica, oppure a bicchiere o incastro, entro cui verrà infilato il condotto con l'interposizione di un anello in gomma per la sigillatura elastica. I due condotti di collegamento della canalizzazione al manufatto – in entrata e in uscita – devono avere lunghezze adeguate per consentire i movimenti anche delle due articolazioni formate dai giunti a monte e a valle del pozzetto.

## 3 Pozzetti di salto (distinti dai dissipatori di carico per salti superiori ai 7-10 m)

I pozzetti di salto devono essere adoperati per superamento di dislivelli di massimo 2-4 m. Per dislivelli superiori sarà opportuno verificare la compatibilità con la resistenza del materiale all'abrasione.

Le pareti devono essere opportunamente rivestite, specialmente nelle parti più esposte, soprattutto quando la corrente risulti molto veloce. Qualora necessario, si potrà inserire all'interno del pozzetto un setto, per attenuare eventuali fenomeni di macroturbolenza, conseguendo dissipazione di energia.

Il salto di fondo si può realizzare disponendo un condotto verticale che formi un angolo di 90° rispetto all'orizzontale, con condotto obliquo a 45° oppure con scivolo.

## 4 Pozzetti di lavaggio (o di cacciata)

Nei tratti di fognatura ove la velocità risulti molto bassa e dove possono essere presenti acque ricche di solidi sedimentabili, devono prevedersi pozzetti di lavaggio (o di cacciata), con l'obiettivo di produrre, ad intervalli regolari, una portata con elevata velocità, eliminando, così, le eventuali sedimentazioni e possibili ostruzioni.

I pozzetti di lavaggio devono essere ispezionabili.

Con riferimento alla C.M. n. 11633 del 7 gennaio 1974, per le acque nere la velocità relativa alle portate medie non dovrà di norma essere inferiore ai 50 cm/s. Quando ciò non si potesse realizzare, devono essere interposti in rete adeguati sistemi di lavaggio. La velocità relativa alle portate di punta non dovrà di norma essere superiore ai 4 m/s.

Per le fognature bianche la stessa circolare dispone che la velocità massima non dovrà di norma superare i 5 m/s.

A tal fine, in entrambi i casi, dovrà assicurarsi in tutti tratti della rete una velocità non inferiore a 50 cm/s.

## 5 Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane ed impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalette, cunette e cunicoli.

## 11 Tubazioni

### 1 Tubazioni in PVC rigido

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, dei tipi SN2, SDR 51, SN4, SDR 41, SN8 e SDR 34, secondo la norma **UNI 1401-1**.

La tubazione deve essere interrata in un cavo, di dimensioni previste in progetto, sul cui fondo sarà predisposto materiale fino di allettamento. Qualora previsto in progetto, verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione con  $R_{ck} \geq 25$  MPa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile e indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La direzione dei lavori potrà prelevare campioni di tubi e inviarli ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione. Qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme, l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali non accettati.

### 2 Pozzetti e chiusini

I pozzetti e i chiusini dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato, e avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 30$  MPa;
- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e della maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

I chiusini dovranno, inoltre, essere conformi alla norma **UNI EN 124**.

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o simili, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, le griglie e i telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante:

- la norma di riferimento;
- la classe corrispondente;
- la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono quelle indicate negli elaborati di progetto esecutivo.

### 3 Canalette

Le canalette dovranno essere in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40%, spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di  $340 \text{ N/mm}^2$ , e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a  $305 \text{ g/m}^2$  per faccia.

### 4 Canalette ad embrici

Le canalette ad embrici dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq \dots$  MPa, secondo i disegni tipo di progetto.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera, l'impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento, in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro minimo di ..... mm e lunghezza non inferiore a ..... cm, infissi nel terreno per almeno ..... cm, in modo che sporgano almeno ..... cm.

Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione, mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.

La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

### 5 *Cunette*

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.

Questa opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per consegnare i lavori.

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'impresa, sotto il controllo della direzione dei lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, indicato dalla stessa direzione dei lavori.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

### 6 *Cunicoli*

La costruzione di cunicoli drenanti, aventi sezione all'interno del rivestimento, non superiore a 30 m<sup>2</sup>, potrà avvenire con perforazione sia a mano che meccanica in terreni di qualsiasi natura, durezza e consistenza, compresi gli oneri per la presenza e lo smaltimento di acqua di qualsiasi entità e portata, nonché per tutte le puntellature, armature e manto di qualsiasi tipo, natura, ed entità.

Nell'esecuzione del lavoro si potranno adottare gli stessi sistemi di scavo utilizzati per le gallerie, quali:

- l'impiego di centinature, semplici o accoppiate, costituite da profilati o da strutture reticolari in ferro tondo, se è il caso integrate da provvisorie puntellature intermedie;
- il contenimento del cielo o delle pareti di scavo con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio, con conglomerato cementizio lanciato a pressione con l'eventuale incorporamento di rete e centine metalliche;
- l'impiego di ancoraggi e bullonaggi, marciavanti e lamiere metalliche;
- l'uso di attrezzature speciali e di altre apparecchiature meccaniche e, in genere, qualsiasi altro metodo di scavo a foro cieco.

## 3 *Rivestimento per cunette e fossi di guardia*

### *1 Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato*

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 30$  MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a 3 kg/m<sup>2</sup>.

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale o a L, secondo i disegni tipo di progetto, lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza piall. I giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m<sup>3</sup> di cemento.

Dovranno, infine, essere posti in opera su letto di materiale arido, perfettamente livellato e costipato, avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

## 2 Conglomerato cementizio, gettato in opera

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio e cemento CEM II con  $R_{ck} \geq 30$  MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, nonché la formazione di giunti.

## 3 Muratura di pietrame

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m<sup>3</sup> di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

## 4 Cordonature

Le cordonature per la delimitazione dei marciapiedi dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 30$  MPa, in elementi di lunghezza 60÷100 m, di forma prismatica e della sezione indicata nel progetto esecutivo. Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature. Dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite. Lo spigolo della cordonatura verso la strada deve essere arrotondato e/o smussato.

I cordoli possono essere realizzati direttamente in opera, mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica, e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con  $R_{ck} = 30$  MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa. I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

Nel caso di impiego di elementi prefabbricati, ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché dalle certificazioni attestanti le dimensioni dell'elemento. Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di quattro provini. Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Gli elementi devono essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente  $R_{ck} \geq 25$  MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 kg/m<sup>3</sup> di cemento, che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura. Il piano superiore presenterà una pendenza del 2% verso l'esterno.

### **Art.52 Trincea drenante prefabbricata**

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione.

La Direzione Lavori darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.

Terminato l'assemblaggio degli scatolari si procederà alla sistemazione meccanica e manuale del ciottolame, che dovrà essere fornito di idonea pezzatura, né friabile né gelivo, di dimensioni tali da non fuoriuscire dalla maglia della rete.

## **Capitolo 8 OPERE A VERDE**

### **Art. 53 Terra da coltivo riportata**

La terra da coltivo, prima della messa in opera, dovrà essere accettata dalla direzione dei lavori, in merito ai seguenti valori:

- pH minore o uguale al 6;
- calcare totale maggiore o uguale al 5%;
- sostanze organiche minori all' 1,5%;
- azoto totale minore allo 0,1%;
- fosforo ammissibile minore di 30 ppm;
- potassio assimilabile minore del 2%;
- conducibilità idraulica minore di 0,5 cm · ora;
- conducibilità Ece.

La terra da coltivo dovrà essere priva di pietre, elementi di tronchi, rami, radici, e altri elementi che ne possano ostacolare la lavorazione agronomica durante la posa in opera.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**CNR** – *Guida alla descrizione del suolo*, 1987;  
**S.I.S.S.** – *Metodi normalizzati di analisi del suolo*.

#### **1 Substrati di coltivazione**

I substrati di coltivazione (terricciato di letame, terriccio di castagno, terra d'erica, terriccio di foglie di faggio, terriccio di bosco, sfagno, torba, miscugli tra vari substrati), dovranno essere forniti in confezioni sigillate, nelle quali è riportata la quantità, il tipo e le caratteristiche del contenuto. In assenza di tali informazioni, l'appaltatore dovrà produrre alla direzione dei lavori, prima della messa in opera, i risultati delle analisi.

La fornitura delle analisi è obbligatoria in caso di substrati non confezionati e privi delle indicazioni riportate sulla confezione. L'appaltatore (ad esclusione della torba e dello sfagno) dovrà fornire indicazioni sui seguenti parametri:

- sostanza organica;
- azoto nitrico;
- azoto ammoniacale;
- densità apparente riferita ad uno specificato tenore di umidità;
- capacità idrica di campo;
- conducibilità Ece.

L'eventuale sostituzione dei substrati non confezionati con altri componenti (sabbia lavata, perlite, polistirolo espanso, pomice, pozzolana, argilla espansa, ecc.) deve essere autorizzata dalla direzione dei lavori.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**Legge 19 ottobre 1984, n. 748** - *Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti*;  
**CNR** – *Guida alla descrizione del suolo*, 1987;  
**S.I.S.S.** – *Metodi normalizzati di analisi del suolo*.

#### **2 Concimi organici e minerali**

I concimi organici e minerali dovranno rispettare le prescrizioni normative vigenti e rispondere alle prescrizioni contrattuali. Eventuali sostituzioni dovranno essere autorizzate dalla direzione dei lavori, in base a specifiche analisi di laboratorio e alla specie della pianta da mettere a dimora.

#### A) *Concimi organici*

I concimi organici si distinguono in:

- concimi organici azotati;
- concimi organici NP.

##### CONCIMI ORGANICI AZOTATI

I concimi organici azotati devono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarato, azoto organico, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili né di fosforo né di potassio, a meno che questo non costituisca parte integrante di matrici organiche.

##### CONCIMI ORGANICI NP

I concimi organici NP devono contenere, esclusivamente ed espressamente dichiarati, azoto organico e fosforo, di origine animale oppure vegetale. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio. È consentita, nei casi previsti, la dichiarazione dell'anidride fosforica totale, quando il fosforo, anche se non in forma organica, costituisce parte integrante di matrici organiche.

#### 2 *Concimi minerali*

4

##### *Concimi minerali semplici*

I concimi minerali semplici comprendono:

- concimi minerali azotati semplici;
- concimi minerali fosfatici semplici;
- concimi minerali potassici semplici.

##### CONCIMI MINERALI AZOTATI SEMPLICI

Devono contenere, espressamente dichiarato, azoto in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo o di potassio.

##### CONCIMI MINERALI FOSFATICI SEMPLICI

Devono contenere, espressamente dichiarato, fosforo in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di potassio.

##### CONCIMI MINERALI POTASSICI SEMPLICI

Devono contenere, espressamente dichiarato, potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto o di fosforo.

5

##### *Concimi minerali composti*

I concimi minerali composti si distinguono in:

- concimi minerali composti NP;
- concimi minerali composti NK;
- concimi minerali composti PK;
- concimi minerali composti NPK.

#### CONCIMI MINERALI COMPOSTI NP

Devono contenere, espressamente dichiarati, azoto e fosforo in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di potassio.

#### CONCIMI MINERALI COMPOSTI NK

Devono contenere, espressamente dichiarati, azoto e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di fosforo.

#### CONCIMI MINERALI COMPOSTI PK

Devono contenere, espressamente dichiarati, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili di azoto.

#### CONCIMI MINERALI COMPOSTI NPK

Devono contenere, espressamente dichiarati, azoto, fosforo e potassio in una o più forme e solubilità. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi.

### 6 *Concimi minerali a base di elementi secondari*

Sono concimi a base di elementi secondari i prodotti – naturali o sintetici – che contengano espressamente dichiarato un elemento secondario tra calcio, magnesio, sodio e zolfo. Possono anche contenere altri elementi secondari e microelementi, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

#### 4 *Concimi minerali a base di microelementi (oligo-elementi)*

Sono concimi a base di microelementi i prodotti, naturali o sintetici, che contengano espressamente dichiarato uno o più microelementi tra boro, cobalto, rame, ferro, manganese, molibdeno e zinco. Possono anche contenere elementi secondari, ma non quantità dichiarabili degli elementi chimici principali della fertilità.

### 6 *Acqua per innaffiamento*

L'acqua per innaffiamento delle piante non dovrà contenere sostanze inquinanti e sali nocivi oltre i limiti di tolleranza di fitotossicità relativa.

L'appaltatore, a richiesta della direzione dei lavori, dovrà fornire le necessarie analisi sulla qualità dell'acqua, e il periodo di utilizzazione in base alla temperatura.

### 4 *Estrazione dal vivaio e controllo delle piante*

#### 3 *Generalità*

L'estrazione delle piante dal vivaio deve essere effettuata con tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le radici principali, e secondo le tecniche appropriate per conservare l'apparato radicale capillare ed evitare di spaccare, scortecciare o danneggiare la pianta. L'estrazione non deve essere effettuata con vento che possa disseccare le piante o in tempo di gelata. L'estrazione si effettua a mano nuda o meccanicamente. Le piante potranno essere fornite a radice nuda, o collocate in contenitori o in zolle. Le zolle dovranno essere imballate opportunamente con involucro di iuta, paglia, teli di plastica o altro.

Prima della messa a dimora, lo stato di salute e la conformazione delle piante devono essere verificati in cantiere, e le piante scartate dovranno essere immediatamente allontanate.

Per ciascuna fornitura di alberi, sia adulti che giovani, un'etichetta attaccata deve indicare, attraverso un'iscrizione chiara e indelebile, tutte le indicazioni atte al riconoscimento delle piante (genere, specie, varietà e numero – nel caso la pianta faccia parte di un lotto di piante identiche – vivaio di provenienza).

La verifica della conformità dell'esemplare alla specie e alla varietà della pianta si effettuerà nel corso del primo periodo di vegetazione che segue la messa a dimora.

#### 4 Alberi

Gli alberi dovranno avere la parte aerea a portamento e forma regolare – simile agli esemplari cresciuti spontaneamente – a sviluppo robusto, non filato, e che non dimostri una crescita troppo rapida per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, o in un terreno troppo irrigato o concimato.

Le piante dovranno essere trapiantate un numero di volte sufficienti secondo le buone regole vivaistiche, con l'ultima lavorazione alle radici risalente a non più di tre anni, secondo la tabella 109.1.

Tabella 109.1 - Modalità di lavorazione

<b>Foglia caduca</b>	fino a circonferenza 12-15 cm	almeno un trapianto
	fino a circonferenza 20-25 cm	almeno due trapianti
	fino a circonferenza 30-35 cm	almeno tre trapianti
<b>Foglia caduca</b>	fino ad altezza di 2-2,50 m	almeno un trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
	fino ad altezza di 2,50-4 m	almeno un trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
<b>Sempre verdi</b>	fino ad altezza di 2,50-4 m	almeno due trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza
	fino ad altezza di 5-6 m	almeno tre trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza

L'apparato radicale, che dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane, dovrà essere racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello) con relativa terra di coltura o in zolla rivestita (paglia, plan plast, iuta, rete metallica, fitocella).

#### 5 Precauzioni da prendere fra l'estrazione e la messa a dimora

Nell'intervallo compreso fra l'estrazione e la messa a dimora delle piante dovranno essere prese le precauzioni necessarie per la loro conservazione e per evitare traumi o disseccamenti, nonché danni causati dal gelo.

Prima della messa a dimora delle piante, l'impresa appaltatrice, qualora ordinato dalla direzione dei lavori, dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, per collocare le piante su uno strato di fondo di spessore adeguato al tipo di pianta.

Le piante messe a dimora non dovranno presentare radici allo scoperto, né risultare interrate oltre il livello di colto.

Durante la messa a dimora, l'eventuale imballo o contenitore della zolla dovrà essere tagliato al colto e aperto lungo i lati o fianchi, ma non dovrà essere rimosso sotto la zolla.

Le buche dovranno essere riempite con terra da coltivo semplice, oppure miscelata con torba e opportunamente costipata. La direzione dei lavori potrà richiedere l'effettuazione di una concimazione localizzata, in modo da non provocare danni per disidratazione.

Dopo il riempimento, attorno alla pianta dovrà essere realizzata una conca o un bacino per consentire la ritenzione dell'acqua, che deve essere somministrata in quantità abbondante per agevolare la ripresa della pianta e l'assettamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

#### 6 Periodo di messa a dimora

La messa a dimora non dovrà essere eseguita in periodo di gelate né in periodi in cui la terra è imbibita d'acqua in conseguenza di pioggia o del disgelo.

Salvo diverse prescrizioni del direttore dei lavori, la messa a dimora degli alberi dovrà effettuarsi tenendo conto del clima, in funzione della regione e/o dell'altitudine.

Per le piante messe a dimora a stagione avanzata dovranno, comunque, essere previste cure particolari per assicurarne l'attecchimento.

## **7 Preparazione delle piante prima della messa a dimora**

Prima della messa a dimora, le eventuali lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più appropriati. Le radici, se nude, dovranno essere ringiovanite recidendo le loro estremità e sopprimendo le parti traumatizzate o secche.

È bene, tuttavia, conservare il massimo delle radici minori soprattutto se la messa a dimora è tardiva.

Se si dovesse rendere necessaria la potatura della parte aerea della pianta, questa dovrà essere eseguita in modo da garantire un equilibrio fra il volume delle radici e l'insieme dei rami.

## **7 Preparazione delle buche e dei fossi per la messa a dimora delle piante**

Le buche e i fossi per la messa a dimora di piante dovranno essere di dimensioni ampie, ovvero in rapporto alle caratteristiche delle piante da mettere a dimora, con una larghezza e una profondità corrispondenti ad almeno 1,5 volte il diametro e rispettivamente l'altezza dell'apparato radicale delle piante o del pane.

I lavori per l'apertura di buche e fosse delle piante dovranno essere effettuati dopo i movimenti di terra a carattere generale, prima dell'eventuale apporto di terra vegetale.

I materiali provenienti dagli scavi non riutilizzabili, perché non ritenuti idonei, dovranno essere allontanati dal cantiere a cura e spese dell'impresa e sostituiti con terra idonea.

Se necessario, le pareti e il fondo delle buche o fosse sono opportunamente spicconati, perché le radici possano penetrare in un ambiente sufficientemente morbido e aerato.

Salvo diverse prescrizioni della direzione dei lavori, buche e fosse potranno essere aperte manualmente o meccanicamente e non dovranno restare aperte per un periodo superiore ad otto giorni.

## **8 Carico, trasporto e accatastamento delle piante**

Le piante, provenienti dai vivai o dalla campagna, dovranno essere caricate ordinatamente sui mezzi da trasporto, disponendo vicine le piante della stessa specie e dimensioni. Dovrà evitarsi l'essiccamento durante il trasporto utilizzando veicoli idonei.

L'appaltatore dovrà comunicare alla direzione dei lavori la data di consegna delle piante in cantiere, ai fini della loro verifica e accettazione.

In cantiere, le piante dovranno essere accatastate per un tempo massimo di ..... giorni/ore, avendo cura di evitare l'essiccazione e il surriscaldamento, compensando le perdite di umidità verificatesi durante il trasporto.

### *10 Messa a dimora di piante*

#### *3 Generalità*

Prima della messa a dimora delle piante, l'impresa, qualora ordinato dalla direzione dei lavori, dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, per collocare le piante su uno strato di fondo di spessore adeguato al tipo di pianta.

Le piante messe a dimora non dovranno presentare radici allo scoperto, né risultare interrate oltre il livello di colletto.

Durante la messa a dimora, l'eventuale imballo o contenitore della zolla dovrà essere tagliato al colletto e aperto lungo i lati o fianchi, ma non dovrà essere rimosso sotto la zolla.

#### 4 *Collocazione delle piante e riempimento delle buche*

Sul fondo della buca dovrà essere disposto uno strato di terra vegetale, con esclusione di ciottoli o materiali impropri per la vegetazione, sulla quale verrà sistemato l'apparato radicale.

La pianta dovrà essere collocata in modo che il colletto si trovi al livello del fondo della conca di irrigazione. L'apparato radicale non deve essere compresso, ma sarà spostato.

La buca di piantagione dovrà, poi, essere colmata con terra da coltivo semplice oppure miscelata con torba e opportunamente costipata. La compattazione della terra dovrà essere eseguita con cura in modo da non danneggiare le radici e non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non lasciare sacche d'aria.

La direzione dei lavori potrà richiedere l'effettuazione di una concimazione localizzata, in modo non provocare danni per disidratazione.

#### 5 *Conche di irrigazione*

La terra dovrà essere sistemata al piede della pianta, in modo da formare intorno al colletto una piccola conca. L'impresa dovrà effettuare una prima irrigazione in quantità abbondante, che fa parte dell'operazione di piantagione, per agevolare la ripresa della pianta e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

#### 6 *Pali di sostegno, ancoraggi e legature*

La direzione dei lavori dovrà verificare che gli alberi e gli arbusti messi a dimora risultino dotati di pali di sostegno, di diametro e altezza in funzione delle piante.

I pali di sostegno (o tutori) dovranno essere dritti, scortecciati e appuntiti nella parte di maggiore diametro.

La parte appuntita da collocarsi nel terreno dovrà essere trattata e resa imputrescibile per un'altezza di almeno 10 cm. La direzione dei lavori potrà autorizzare l'impiego di pali in legno di produzione industriale, appositamente trattati allo scopo.

A discrezione della direzione dei lavori, i pali potranno essere sostituiti con ancoraggi in funi d'acciaio dotati di tendifilo.

Le legature dovranno essere costituite da materiale elastico o corde di canapa (è vietato l'impiego di filo di ferro).

La direzione dei lavori potrà ordinare di inserire fra tronco e tutore un apposito cuscinetto antifrizione, in modo da evitare eventuali danni alla corteccia.

### **11 Tappeti erbosi in strisce e zolle**

Le zolle erbose dovranno essere fornite in forme regolari (rettangolari, quadrate o a strisce).

Le strisce dovranno essere fornite arrotolate, mentre le zolle dovranno essere fornite su pallet.

Le zolle, inoltre, dovranno avere uno spessore da 3 a 6 cm, secondo la specifica destinazione e le caratteristiche del supporto.

La direzione dei lavori, prima della posa in opera, dovrà verificare la corretta preparazione del terreno (rullatura, battitura, sabbiatura, trattamenti fertilizzanti, e quant'altro necessario).

Il prato, una volta ultimato, potrà essere utilizzato non prima di 30 giorni.

### **12 Scarpate in rilevato o in scavo**

Le scarpate in rilevato o in scavo, e in genere tutte le aree destinate a verde, dovranno essere rivestite con manto vegetale, appena ultimata la loro sistemazione superficiale, adottando specie caratterizzate da un potente apparato radicale e idoneo a formare una stabile copertura vegetale.

Eventuali erosioni, solcature, buche o altre imperfezioni dovranno essere riprese con idoneo terreno agrario, riprofilando le superfici secondo le pendenze di progetto. Dovrà essere curata in modo particolare la conservazione ed eventualmente la sistemazione delle banchine dei rilevati.

Tutte le superfici dovranno presentarsi perfettamente regolari, eliminando anche eventuali tracce di pedonamento.

### **13 Semine**

Le superfici da rivestire mediante semina, secondo le previsioni di progetto, dovranno essere preparate come descritto al precedente paragrafo.

La concimazione dovrà essere effettuata in due fasi. All'atto della semina dovranno essere somministrati i concimi fosfatici e potassici. I concimi azotati, invece, dovranno essere somministrati a germinazione avvenuta.

Si procederà, quindi, alla semina di un miscuglio di erbe da prato perenni con l'impiego di 200 kg di seme per ettaro di superficie.

Nella tabella 117.1 è riportata la composizione di cinque miscugli da impiegare a seconda delle caratteristiche dei terreni e delle particolari condizioni climatiche e/o ambientali.

**Tabella 117.1 - Composizione di miscugli**

Specie	Tipo di miscuglio				
	A	B	C	D	E
	kg di seme per ettaro				
Lolium Italicum	-	38	23	50	-
Lolium Perenne	-	38	23	50	-
Arrhenatherum Elatius	50	-	-	-	33
Dactylis Glomerata	5	42	23	20	-
Trisetum Plavescens	12	8	5	-	-
Festuca Pratensis	-	-	47	33	-
Festuca Rubra	17	12	15	10	-
Festuca Ovina	-	-	-	-	10
Festuca Heterophylla	-	-	-	-	15
Phleum Pratense	-	12	12	20	-
Alopecurus Fratensis	-	20	18	26	-
Cynosurus Cristatus	-	-	-	-	5
Poa Pratensis	5	38	30	7	3
Agrostis Alba	-	10	7	7	-
Antoxanthum odoratum	-	-	-	-	2
Bromus Erectus	-	-	-	-	25
Bromus Inermis	66	-	-	-	20
Trifolium Pratense	13	8	10	7	-
Trifolium Repens	-	12	7	-	-
Trifolium Hibridum	-	-	-	10	-
Medicago Lupulina	5	-	-	-	10
Onobrychis Sativa	-	-	-	-	67
Antillis Vulneraria	17	-	-	-	5
Lotus Corniculatus	10	-	3	10	5
Totale kg	200	200	200	200	200

La tabella 117.2 riporta lo schema della compatibilità dei miscugli con i vari tipi di terreno.

**Tabella 117.2 - Compatibilità di miscugli**

Tipo di miscuglio	Caratteristiche dei terreni
Miscuglio A	Terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano
Miscuglio B	Terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili
Miscuglio C	Terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili
Miscuglio D	Terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi
Miscuglio E	Terreni di medio impasto, in clima caldo e secco

L'impresa dovrà comunicare alla direzione dei lavori la data della semina, affinché possano essere eseguiti i prelievi dei campioni di seme da sottoporre a prova e per il controllo delle lavorazioni.

L'impresa è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare e uniforme. La semina dovrà essere effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volumi e peso quasi uguali, mescolati fra loro, e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento.

La ricopertura del seme dovrà essere eseguita mediante rastrelli a mano con erpice a sacco.

Dopo la semina il terreno dovrà essere rullato, e l'operazione dovrà essere ripetuta a germinazione avvenuta.

## 15 Idrosemina

Dopo che le superfici da rivestire saranno state opportunamente preparate, l'impresa procederà al rivestimento mediante idrosemina, impiegando una speciale attrezzatura in grado di effettuare la proiezione a pressione di una miscela di seme, fertilizzante, collante e acqua.

Tale attrezzatura, composta essenzialmente da un gruppo meccanico erogante, da un miscelatore-agitatore, da pompe, raccordi, manichette, lance, ecc., dovrà essere in grado di effettuare l'idrosemina in modo uniforme su tutte le superfici da rivestire, qualunque sia l'altezza delle scarpate.

I materiali dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della direzione dei lavori, che disporrà le prove e i controlli ritenuti opportuni.

I miscugli di seme da spandere, a seconda dei tipi di terreni da rivestire, dovranno essere impiegati nei quantitativi di ....., ..... e ..... kg/ha, in relazione alle prescrizioni che la direzione dei lavori impartirà tratto per tratto, riservandosi, inoltre, di variare la composizione del miscuglio stesso, fermo restando il quantitativo totale di seme.

Dovrà essere impiegato fertilizzante ternario (PKN) a pronta, media e lenta cessione in ragione di ..... kg/ha.

Per il fissaggio della soluzione al terreno e per la protezione del seme, dovranno essere impiegati in alternativa ..... kg/ha di fibre di cellulosa, oppure ..... kg/ha di collante sintetico, oppure altri materiali variamente composti che, proposti dall'impresa, dovranno essere preventivamente accettati dalla Direzione dei lavori.

Si effettuerà l'eventuale aggiunta di essenze forestali alle miscele di sementi, quando previsto in progetto.

Anche per l'idrosemina l'impresa è libera di effettuare il lavoro in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenga in modo regolare e uniforme.

## 16 Spostamento di piante

Le piante da spostare, se non sono indicate nei documenti dell'appalto, dovranno preventivamente essere marcate sul posto.

Se non possono essere subito ripiantate, esse dovranno essere collocate in depositi provvisoriamente allestiti per assicurare la loro protezione contro le avversità atmosferiche e, in genere, contro tutti i possibili agenti di deterioramento.

Tabella 119.1 - Elenco delle piante da spostare

Esemplare	Genere	Specie	Varietà o cultivar	Forza	Osservazioni

Qualora non sia prevista a carico dell'impresa la garanzia di attecchimento, per le piante spostate andranno adottate le seguenti prescrizioni:

- modalità di estrazione (preparazione dell'apparato radicale, confezione in zolle, ecc.);
- condizioni di trasporto (eventuale obbligo di uso di particolari mezzi meccanici, ecc.);
- località e modalità di accantonamento;
- modalità per la messa a dimora (concimazioni, tutori, piantagioni, ecc.);
- modalità di manutenzione (frequenza e dose delle irrigazioni, utilizzazione di antitraspiranti, ecc.).

L'impresa ha l'onere della manutenzione delle piante messe a deposito.

Quando lo spostamento delle piante presenta il rischio di una cattiva ripresa dopo il trasferimento, l'impresa dovrà interrompere le operazioni di spostamento e informarne il direttore dei lavori, affinché si possano prendere i necessari accorgimenti.

Trascorse 48 ore dal recepimento dell'avviso di interruzione al direttore dei lavori, gli spostamenti potranno essere ripresi.

### **17 Protezione delle piante esistenti da conservare**

Nelle aree non interessate dai lavori di pulizia del terreno, le piante da conservare dovranno essere protette con i dispositivi predisposti a cura dell'impresa prima dell'inizio di altri lavori. Questi dispositivi consisteranno in recinzioni e in corsetti di protezione. Salvo diverse e motivate prescrizioni approvate dalla Direzione dei lavori, le recinzioni dovranno seguire la proiezione al suolo dei rami esterni, ed essere alte almeno 1,30 m. I corsetti dovranno essere pieni, distaccati dal tronco e alti almeno 2,00 m.

Le piante da conservare dovranno essere indicate in specifica planimetria o dovranno essere marcate preventivamente sul posto.

Le protezioni dovranno essere mantenute in buono stato durante tutta la durata dei lavori, come indicato nella tabella 120.1.

**Tabella 120.1 - Modalità di protezione delle piante**

<b>Esemplare n.</b>	<b>Modalità particolari di protezione</b>

### **18 Protezione delle piante messa a dimora**

L'impresa appaltatrice, previa autorizzazione della direzione dei lavori, dovrà approntare le necessarie opere di protezione delle piante messe a dimora per prevenire eventuali danneggiamenti (transito di persone, animali, precipitazioni atmosferiche, ecc.).

### **19 Salvaguardia della vegetazione esistente**

L'impresa appaltatrice è tenuta alla salvaguardia (protezione apparato radicale, fusto, chioma, ecc.) della vegetazione esistente – non interessata da lavori in appalto – da eventuali danneggiamenti (urti da parte dei mezzi meccanici e/o attrezzi pesanti, ecc.), anche se le piante non sono state indicate nei disegni progettuali o opportunamente contrassegnate prima dell'esecuzione dei lavori.

La direzione dei lavori potrà fornire all'appaltatore ulteriori comunicazioni in merito alle piante da salvaguardare.

Nel caso di danneggiamento di piante, l'appaltatore è tenuto a darne immediata comunicazione alla direzione dei lavori, perché siano adottati i provvedimenti adeguati.

### **20 Manutenzioni culturali fino all'esecuzione del collaudo**

Sino a quando non sia intervenuto con esito favorevole il collaudo tecnico-amministrativo (o l'emissione del certificato di regolare esecuzione) dei lavori, l'impresa dovrà effettuare a sua cura e spese:

- la manutenzione degli impianti a verde, curando, in particolare, lo sfalcio di tutte le superfici del corpo autostradale e sue pertinenze, seminate o rivestite da vegetazione spontanea, ogni qualvolta l'erba abbia raggiunto l'altezza media di 35 cm;
- l'annaffiamento di tutte le piante, rivestimenti di scarpate, ecc.;
- il ripristino delle conche d'irrigazione, qualora necessario;
- la potatura;

- la concimazione;
- le falciature, i diserbi e le sarchiature;
- la sistemazione delle parti danneggiate per erosione dovuta a non corretta esecuzione.

La direzione dei lavori potrà prescrivere all'impresa di effettuare lo sfalcio in dette aree anche a tratti discontinui, senza che ciò possa costituire motivo di richiesta di indennizzi particolari da parte dell'impresa stessa.

L'erba sfalciata dovrà prontamente essere raccolta da parte dell'impresa e trasportata fuori dalle pertinenze autostradali entro 24 ore dallo sfalcio.

La raccolta e l'allontanamento dell'erba dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la sua dispersione sul piano viabile, anche se questo non risulta ancora pavimentato; pertanto, ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e munito di reti di protezione.

## **54 Fascinate**

Per realizzare la fascinata occorre:

**MATERIALI:**

1. Paleria di larice o di castagno: lunghezza = 60-100 cm  
Diametro = 5-10 cm
2. Ramaglia di salice : lunghezza > 1m  
Diametro < 10cm

**MODALITA' DI ESECUZIONE:**

1. Scavo di una banchina lungo le curve di livello della profondità di 30-50 cm e larga altrettanto.
2. Realizzazione di fascine costituite da ramaglia di specie con elevata capacità vegetativa (salici, pioppi, ecc.), composte in media da 5-6 rami o verghe e legate ogni 70 cm.
3. Posa delle fascine lungo il fosso e loro fissaggio al terreno con paletti di legno (verdi o morti) infilati in mezzo ai rami o a valle della fascinata a una distanza media di 50-100 cm.
4. Riempimento della banchina con materiale proveniente dallo scavo del fosso posto a monte.

Note:

1. L'intervento con materiale vegetale vivo può essere effettuato solo nel periodo di riposo vegetativo.
2. E' un tipo d'intervento consigliato dove non vi siano pendenze elevate e le condizioni stagionali non siano estreme.

Il fasciname crea uno spazio sotterraneo con un'elevata capacità di trattenuta dell'umidità e, nel contempo, con un positivo effetto drenante; ciò vale soprattutto con una disposizione delle fascinate lungo linee oblique.

## **55 Vimate**

Dovranno svolgere la funzione di stabilizzazione di sponde o di versanti soggetti ad erosione, tramite una struttura costituita da paletti di legno idoneo (preferibilmente castagno di diametro compreso tra 8 e 15cm, lunghezza 100-150cm, infissi nel terreno allo scopo di sostenere la viminata ed il terreno sovrastante per un'altezza fuori terra non superiore ai 50 cm, dalla viminata (formata da verghe e rami di salice intrecciati ai paletti e fissate a questi con filo di ferro zincato).

La distanza tra i paletti non deve superare 1m, e l'intreccio delle verghe di salice deve essere eseguito con perizia per produrre una struttura robusta e senza monconi troppo sporgenti dalla viminata.

### **Art. 56 Terre armate**

Realizzate tramite posa per piani orizzontali di moduli di armatura planari con larghezza massima 3,00 m e lunghezza dei rinforzi in base alle specifiche esigenze tecniche e strutturali, pre-assemblate costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale dimensioni nominali 8x10 con filo di diametro pari a 2,70 mm, galvanizzato con lega di Zinco-Alluminio (5%) conforme alla EN 10244 – Classe A con quantitativo minimo di 245 gr/mq. L'elemento strutturale dovrà possedere tutte le caratteristiche tecnico-prestazionali in accordo con le "Linee Guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., Commissione Relatrice n.16/2006, il 12 maggio 2006 e con le UNI-EN 10223-3, avrà maglia tessuta in trafilato di ferro conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri e carico di rottura compreso tra 350 e 500 N/mm<sup>2</sup> e allungamento minimo pari al 10%. La galvanizzazione del filo sarà tale da superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) secondo la normativa UNI ISO EN 6988 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale polimerico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale del filo a 3,70 mm. Il paramento frontale sarà provvisto di un elemento esterno di irrigidimento assemblato in fase di produzione in stabilimento costituito da un pannello di rete elettrosaldata a maglia quadrata o rettangolare, con zincatura in lega di zinco -alluminio (5%); alla base dell'elemento frontale sarà presente un ulteriore pannello di rete elettrosaldata avente le medesime caratteristiche del precedente, collegato a "cerniera" tramite appositi punti di legatura. La funzione di ritenzione dei fini sul paramento frontale sarà svolta da un elemento costituito da rete tessuta 100% in fibra di cocco a maglia aperta con massa areica minima di 700gr/mq oppure in biorete tessuta in fibra di agave ad alta resistenza e specificamente adatte ad un efficace e diffuso rinverdimento. Il paramento sarà tenuto inclinato secondo progetto, per mezzo di elementi a squadra realizzati in tondino metallico pre-sagomato e preassemblati alla struttura con angolo massimo 70°. Ad ulteriore irrigidimento del paramento frontale saranno applicati a tergo del paramento 5 tiranti in ferro per ogni elemento modulare.

Gli elementi di rinforzo contigui, saranno posti in opera legati tra loro con punti metallici meccanizzati con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 1700 kN/mm<sup>2</sup>.

A tergo del paramento esterno inclinato sarà posto del terreno vegetale, per uno spessore di almeno 30 cm e poi si provvederà alla stesa e compattazione del terreno per la formazione del rilevato strutturale; questa avverrà per strati di altezza pari a ca. 30 cm e per un totale pari alla distanza tra i teli di rinforzo. Terminata l'opera sarà necessario eseguire un'idrosemina a spessore in almeno due passaggi, contenente oltre alle sementi e al collante, quantità idonee di materia organica e mulch. Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. la documentazione di origine redatta secondo le indicazioni delle Linee guida (12 maggio 2006) e rilasciata in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le

quantità fornite e la destinazione . Tale Ditta produttrice dovrà inoltre essere in certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore , ISO-EN 9001:2008; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizione circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.

## Capitolo 9 ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI

### Art. 57 Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio

#### 9 *Resistenza caratteristica*

Agli effetti delle nuove norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008, un calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione. Si definisce *resistenza caratteristica* la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

#### 10 *Controlli di qualità del conglomerato*

Il controllo di qualità, così come descritto più avanti, consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del conglomerato cementizio, garantendone, così, la conformità alle prescrizioni di progetto.

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

- valutazione preliminare di qualificazione;
- controllo di accettazione;
- prove complementari.

#### VALUTAZIONE PRELIMINARE DI QUALIFICAZIONE

---

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio (ovvero aggregati, cementi, acque e additivi), e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto (classe di resistenza e classe di consistenza conformi alla norma **UNI EN 206-1**).

Tutti i materiali forniti, se finalizzati all'esecuzione di elementi strutturali, devono essere forniti di un'attestazione di conformità di livello 2+. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

#### CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

---

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla direzione dei lavori durante l'esecuzione delle opere, e si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali, quali la misura della resistenza a compressione di provini cubici, la misura della lavorabilità mediante l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

#### PROVE COMPLEMENTARI

---

Comprendono tutta l'attività sperimentale che la direzione dei lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione e/o ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

#### 11 *Valutazione preliminare della resistenza caratteristica*

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi.

L'appaltatore resta, comunque, responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, che sarà controllata dal direttore dei lavori, secondo le procedure di cui al punto seguente.

#### 12 *Controllo di accettazione*

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera, per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nelle seguenti due tipologie:

- controllo tipo A;
- controllo tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo, e il quantitativo di calcestruzzo accettato, se risultano verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella 124.1.

**Tabella 124.1 - Controlli di accettazione**

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_i \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$ (numero prelievi 3)	$R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$ (numero prelievi $\geq 15$ )
$R_m$ = resistenza media dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $R_i$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $s$ = scarto quadratico medio.	

Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

### 13 *Prelievo ed esecuzione della prova a compressione*

3

#### *Prelievo di campioni*

Il prelievo di campioni di calcestruzzo deve essere eseguito dalla direzione dei lavori, che deve provvedere ad identificare i provini mediante sigle ed etichette, e a custodirli in un locale idoneo prima della formatura e durante la stagionatura.

Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, per ogni giorno di getto e per un massimo di 100 m<sup>3</sup> forniti, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.

La campionatura minima per ciascun controllo di accettazione è di tre prelievi di due cubetti ciascuno.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la cosiddetta *resistenza di prelievo*, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.

È obbligo del direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso.

4

#### *Dimensioni dei provini*

La forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo per le prove di resistenza meccanica sono previste dalla norma **UNI EN 12390-3**. In generale, il lato dei cubetti deve essere proporzionato alla dimensione massima dell'inerte.

La norma **UNI EN 12390-1** indica, come dimensione del lato del provino, quella pari ad almeno tre volte la dimensione nominale dell'aggregato con cui è stato confezionato il calcestruzzo.

In generale, ora devono confezionarsi provini con le seguenti dimensioni nominali:

- cubetti di calcestruzzo:
  - lato  $b$  (cm) = 10-15-20-25 e 30;
  - tolleranza lunghezza lato:  $\pm 0,5\%$ .
- provini cilindrici:
  - diametro  $d$  (cm) = 10-11,30-15-20-25-30;
  - altezza pari a due volte il diametro;
  - tolleranza altezza cilindro:  $\pm 5\%$ ;

- tolleranza perpendicolarità generatrice rispetto alla base del cilindro del provino:  $\pm 0,5$  mm.
  - provini prismatici:
    - lato di base  $b$  (cm) = 10-15-20-25 e 30;
    - lunghezza maggiore o uguale a  $3,5 b$ ;
    - tolleranza lato di base:  $\pm 0,5\%$ ;
    - tolleranza perpendicolarità spigoli del provino:  $\pm 5$  mm.
- La tolleranza sulla planarità dei provini è di  $\pm 0,000 \cdot 6 d (b)$ .

5

#### *Confezionamento dei provini*

Il calcestruzzo entro le forme o cubiere deve essere opportunamente assestato e compattato per strati, secondo le prescrizioni della norma **UNI 12390-2**, utilizzando uno dei seguenti metodi:

- barra d'acciaio a sezione quadra (25 mm · 25 mm) e lunghezza di almeno 38 cm;
- barra di acciaio a sezione circolare con  $\varnothing$  16 mm e lunghezza di almeno 60 cm;
- tavola vibrante, con diametro in funzione della dimensione più piccola dell'inerte con cui è stato confezionato il calcestruzzo;
- vibratore interno.

Il calcestruzzo, prima di essere collocato nelle casseforme, deve essere opportunamente rimiscelato in apposito recipiente. Il riempimento delle casseformi deve avvenire per strati. La norma **UNI 12390-2** indica almeno due strati con spessore non superiore a 10 cm.

Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua, invece, dovrà essere vibrato nella cubiera mediante tavola vibrante o vibratore ad immersione di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.

Dopo la costipazione, la superficie di calcestruzzo nella parte superiore della casseforma deve essere rasata con righello metallico e lisciata con idonea cazzuola o con fratazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione fino alla sformatura.

La sformatura, che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione e in maniera da non danneggiare il provino.

6

#### *Caratteristiche delle casseformi calibrate per provini*

Le casseformi calibrate per il confezionamento dei provini di calcestruzzo cubici, cilindrici e prismatici, secondo la norma **UNI EN 12390-1**, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

Preferibilmente devono impiegarsi casseforme in acciaio o in ghisa, e le giunture devono essere trattate con specifici prodotti (oli, grasso, ecc.) per assicurare la perfetta tenuta stagna.

Sulle dimensioni (lati e diametro) è ammessa una tolleranza dello  $\pm 0,25\%$ . Le tolleranze sulla planarità delle facce laterali e della superficie della piastra di base variano a seconda che si tratti di casseforme nuove o usate. Per le casseforme per provini cubici o prismatici è ammessa una tolleranza sulla perpendicolarità tra gli spigoli di  $\pm 0,5$  mm. Le modalità di misurazione delle tolleranze geometriche (planarità, perpendicolarità e rettilineità) e dei provini di calcestruzzo e delle casseforme sono illustrate nell'appendice A e B della norma **UNI EN 12390-1**.

Le caratteristiche costruttive delle casseformi devono essere idonee a prevenire eventuali deformazioni durante il confezionamento dei provini. Le casseformi in commercio sono realizzate in:

- materiale composito (di tipo compatto o scomponibile nel fondo e nelle quattro pareti laterali);
- polistirolo espanso (la sformatura del provino da tali casseforme ne comporta la distruzione);
- acciaio (scomponibili e dotate di separatori ad incastro nel caso di casseforme a più posti).

L'impiego di tali prodotti verrà autorizzato dal direttore dei lavori solo in presenza del certificato di qualità attestante che i requisiti prestazionali corrispondano a quelli previsti dalla norma **UNI EN 12390-1**.

7

#### *Marcatura dei provini*

Il direttore dei lavori deve contrassegnare i provini di calcestruzzo mediante sigle, etichettature indelebili, ecc. Tali dati devono essere annotati nel verbale di prelievo ai fini dell'individuazione dei campioni, e per avere la conferma che essi siano effettivamente quelli prelevati in cantiere in contraddittorio con l'appaltatore.

Dopo la marcatura, i provini devono essere inviati per l'esecuzione delle prove ai laboratori ufficiali. Il certificato di prova dovrà contenere tutti i dati dichiarati dal direttore dei lavori, compreso il riferimento al verbale di prelievo.

8

#### *Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere*

Il verbale di prelievo dei cubetti di calcestruzzo, che deve essere eseguito in cantiere dal direttore dei lavori in contraddittorio con l'impresa per l'esecuzione di prove presso laboratori ufficiali, deve contenere le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- requisiti di progetto del calcestruzzo;
- modalità di posa in opera;
- identificazione della betoniera;
- data e ora del prelevamento;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- marcatura dei provini;
- modalità di compattazione nelle casseforme (barra d'acciaio a sezione quadra o a sezione circolare e relativo numero dei colpi necessari per l'assestamento, tavola vibrante, vibratore interno);
- modalità di conservazione dei provini prima della scasseratura;
- modalità di conservazione dei provini dopo la scasseratura.
- dichiarazione, del direttore dei lavori o dell'assistente, delle modalità di preparazione dei provini, in conformità alle prescrizioni della norma **UNI 12390-2**;
- eventuali osservazioni sulla preparazione e sulla conservazione dei provini di calcestruzzo.

Il verbale di prelievo deve essere firmato dal direttore dei lavori e da un rappresentante qualificato dell'impresa esecutrice.

9

#### *Domanda di prova al laboratorio ufficiale*

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dal direttore dei lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

10

#### *Conservazione e maturazione*

La conservazione e la maturazione dei provini di calcestruzzo deve avvenire presso il laboratorio ufficiale prescelto, a cui devono essere inviati i provini non prima di 24 ore dopo il confezionamento in cantiere.

Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla norma **UNI EN 12390-2** devono essere opportunamente annotate sul verbale.

I provini di calcestruzzo devono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura almeno due ore prima dell'inizio della prova. I provini durante il trasporto devono essere opportunamente protetti da danni o essiccamenti. In alcuni particolari casi come nelle prove a tre e sette giorni o minori, è necessario l'imballaggio dei provini in segatura o sabbia umida.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la cosiddetta *resistenza di prelievo*, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

### *Resoconto della prova di compressione*

I certificati emessi dai laboratori ufficiali prove, come previsto dalle norme tecniche, devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- un'identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente i lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova e il riferimento al verbale di prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

## **2 Controlli sul calcestruzzo fresco**

### *14 Prove per la misura della consistenza*

La consistenza, intesa come lavorabilità, non è suscettibile di definizione quantitativa, ma soltanto di valutazione relativa del comportamento dell'impasto di calcestruzzo fresco secondo specifiche modalità di prova.

I metodi sottoelencati non risultano pienamente convergenti, tanto che le proprietà del calcestruzzo risultano diverse al variare del metodo impiegato. In sostanza, il tipo di metodo andrà riferito al tipo di opera strutturale e alle condizioni di getto. Il metodo maggiormente impiegato nella pratica è quello della misura dell'abbassamento al cono.

Le prove che possono essere eseguite sul calcestruzzo fresco per la misura della consistenza sono:

- prova di abbassamento al cono (slump test);
- misura dell'indice di compattabilità;
- prova Vebè;
- misura dello spandimento.

La **UNI EN 206-1** raccomanda di interpretare con cautela i risultati delle misure quando i valori misurati cadono al di fuori dei seguenti limiti:

- abbassamento al cono:  $\geq 10$  mm e  $\leq 210$  mm;
- tempo Vebè:  $\leq 30$  secondi e  $> 5$  secondi;
- indice di compattabilità:  $\geq 1,04$  e  $< 1,46$ ;
- spandimento:  $> 340$  mm e  $\leq 620$  mm.

Nelle tabelle seguenti sono indicati le classi di consistenza e i relativi valori delle prove secondo le linee guida sul calcestruzzo strutturale.

**Tabella 125.1 - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dell'abbassamento al cono (Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996)**

Classe di consistenza	Abbassamento [mm]	Denominazione corrente
S1	da 10 a 40	Umida
S2	da 50 a 90	Plastica
S3	da 100 a 150	Semifluida
S4	da 160 a 210	Fluida
S5	> 210	-

**Tabella 125.2 - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante il metodo Vebè (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

Classe di consistenza	Tempo Vebè [s]
V0	≥31
V1	da 30 a 21
V2	da 20 a 11
V3	da 10 a 6
V4	da 5 a 3

**Tabella 125.3 - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dello spandimento (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

Classe di consistenza	Spandimento [mm]
FB1	≤ 340
FB2	da 350 a 410
FB3	da 420 a 480
FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	≥ 630

**Tabella 125.4 - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante dell'indice di compattabilità (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

Classe di consistenza	Indice di compattabilità
C0	≥ 1,46
C1	da 1,45 a 1,26
C2	da 1,25 a 1,11
C3	da 1,10 a 1,04

#### 15 Controllo della composizione del calcestruzzo fresco

La prova prevista dalla norma **UNI 6393** (ritirata senza sostituzione), è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco, al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.

La prova potrà essere chiesta dal direttore dei lavori in caso di resistenza a compressione non soddisfacente o per verificare la composizione del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Il metodo non è applicabile per i calcestruzzi nei quali la dimensione massima dell'aggregato superi 31,5 mm e per il calcestruzzo indurito prelevato da getti in opera.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni di quantità variabile da 3 a 10 kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua. Il campionamento deve essere eseguito secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI EN 12350-1**.

Al metodo di controllo della composizione del calcestruzzo fresco è attribuita una precisione di circa il 3%.

#### 16 Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (*Bleeding*)

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (**UNI 7122**) ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come volume d'acqua essudata per unità di superficie: cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo subito dopo la sua compattazione.

La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con dimensione massima maggiore di 40 mm.

L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo devono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

### 3 Controlli sul calcestruzzo in corso d'opera

#### 17 *Le finalità*

Le nuove norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008) prevedono esplicitamente (paragrafo 11.2.5) l'effettuazione di un controllo di accettazione del calcestruzzo in relazione alla resistenza caratteristica a compressione prescritta. Qualora i valori di resistenza a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, o qualora sorgano dubbi sulla qualità del calcestruzzo, è facoltà del direttore dei lavori richiedere l'effettuazione di prove direttamente sulle strutture. In questi casi, si dovrà tenere nel debito conto gli effetti che sui prelievi in opera hanno avuto la posa in opera e la stagionatura del calcestruzzo. Per tale ragione, la verifica o il prelievo del calcestruzzo indurito non possono essere sostitutivi dei controlli d'accettazione da eseguirsi su provini prelevati e stagionati in conformità alle relative norme UNI.

La conformità della resistenza non implica necessariamente la conformità nei riguardi della durabilità o di altre caratteristiche specifiche del calcestruzzo messo in opera. Analogamente, la non conformità della resistenza valutata in una posizione non implica la non conformità di tutto il calcestruzzo messo in opera.

La stima della resistenza *in situ* dalla struttura può essere richiesta anche ai fini della valutazione della sicurezza di edifici esistenti, per esempio quando ricorra uno dei seguenti casi:

- riduzione evidente della capacità resistente di elementi strutturali;
- azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura) che abbiano compromesso la capacità resistente della struttura;
- degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali (in relazione alla durabilità dei materiali stessi);
- verificarsi di azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) significative e di situazioni di funzionamento e uso anomalo;
- distorsioni significative imposte da deformazioni del terreno di fondazione;
- provati errori di progetto o esecuzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili;
- interventi non dichiaratamente strutturali (impiantistici, di redistribuzione degli spazi, ecc.) qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale.

Le modalità d'indagine, ovviamente, sanno diversificate a seconda che sia necessario:

- stimare la stabilità di un'intera struttura;
- determinare la qualità di singoli elementi;

In ogni caso, il numero di campioni prelevati dipende:

- dal grado di fiducia che si intende affidare alla stima della resistenza;
- dalla variabilità dei dati o risultati che si presume di ottenere.

#### 18 *Pianificazione delle prove in opera*

Le regioni di prova, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove sul calcestruzzo in opera, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza meccanica della struttura o di una sua parte interessata all'indagine, secondo i criteri previsti dalla norma **UNI EN 13791**.

Le aree e i punti di prova devono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agli obiettivi. La dimensione e la localizzazione dei punti di prova dipendono dal metodo prescelto, mentre il numero di prove da effettuare dipende dall'affidabilità desiderata nei risultati. La definizione e la divisione in regioni di prova di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statisticamente e qualitativamente ad una medesima popolazione di calcestruzzo.

Nella scelta delle aree di prova si deve tener conto che, in ogni elemento strutturale eseguito con getto continuo, la resistenza del calcestruzzo in opera diminuisce progressivamente dal basso verso l'alto. Nel caso in cui si voglia valutare la capacità portante di una struttura, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone più sollecitate dell'edificio. Nel caso in cui si voglia valutare il tipo o l'entità di un danno, invece, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone dove si è verificato il danno o si suppone sia avvenuto. In quest'ultimo caso, per poter effettuare un confronto, è opportuno saggiare anche una zona non danneggiata.

### 19 Predisposizione delle aree di prova

Le aree e le superfici di prova vanno predisposte in relazione al tipo di prova che s'intende eseguire, facendo riferimento al fine cui le prove sono destinate, alle specifiche norme UNI, e alle indicazioni del produttore dello strumento di prova.

In linea di massima e salvo quanto sopra indicato, le aree di prova devono essere prive di evidenti difetti che possano inficiare il risultato e la significatività delle prove stesse (vespai, vuoti, occlusioni, ecc.), di materiali estranei al calcestruzzo (intonaci, collanti, impregnanti, ecc.), nonché di polvere e impurità in genere.

L'eventuale presenza di materiale estraneo e/o di anomalie sulla superficie deve essere registrata sul verbale di prelievo e/o di prova.

In relazione alla finalità dell'indagine, i punti di prelievo o di prova possono essere localizzati in modo puntuale, per valutare le proprietà di un elemento oggetto d'indagine, o casuale, per valutare una partita di calcestruzzo indipendentemente dalla posizione.

In quest'ultimo caso, il campionamento dovrebbe essere organizzato in modo da stimare tutta la popolazione del calcestruzzo costituente il lotto.

Dal numero di carote estratte o di misure non distruttive effettuate, dipende la significatività della stima della resistenza.

La tabella 126.1 riporta, in maniera sintetica e a scopo esemplificativo, i vantaggi e gli svantaggi dei metodi d'indagine più comuni.

Tabella 126.1 - Vantaggi e svantaggi dei metodi di indagine più comuni

Metodo di prova	Costo	Velocità di esecuzione	Danno apportato alla struttura	Rappresentatività dei dati ottenuti	Qualità della correlazione fra la grandezza misurata e la resistenza
Carotaggio	Elevato	Lenta	Moderato	Moderata	Ottima
Indice di rimbalzo	Molto basso	Veloce	Nessuno	Interessa solo la superficie <sup>1</sup>	Debole
Velocità di propagazione di ultrasuoni	Basso	Veloce	Nessuno	Buona (riguarda tutto lo spessore)	Moderata <sup>2</sup>
Estrazione di inserti	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Buona
Resistenza alla penetrazione	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Moderata

<sup>1</sup> La singola determinazione è influenzata anche dallo stato della superficie dell'area di prova (umidità, carbonatazione, ecc.).

<sup>2</sup> La misura si correla bene con il modulo elastico del materiale. La bontà della correlazione tra modulo elastico e resistenza meccanica può dipendere dalle caratteristiche del conglomerato.

I metodi più semplici e che arrecano il minor danno alle superfici delle strutture, quali l'indice di rimbalzo e la velocità di propagazione, richiedono, per la predizione della resistenza, calibrazioni complesse. L'indagine mediante carotaggio, invece, non richiede (quasi) correlazione per l'interpretazione dei dati ma, per contro, provoca un danno elevato e risulta lenta e costosa. Il carotaggio è, comunque, il metodo di riferimento per la

calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi. Nella scelta della metodologia si deve tener conto delle specifiche capacità e caratteristiche.

L'indice di rimbalzo permette di valutare le caratteristiche anche dopo breve periodo di maturazione, ma il risultato riguarda solo la superficie esterna.

La velocità di propagazione, generalmente, operando per trasparenza, richiede l'accessibilità di due superfici opposte e fornisce indicazioni sulla qualità del conglomerato all'interno della struttura.

La misura della resistenza alla penetrazione e della forza di estrazione caratterizzano la superficie esterna (più in profondità dell'indice di rimbalzo). La prima è più idonea a saggiare elementi di grosse dimensioni, la seconda è più adatta anche ad elementi di ridotte dimensioni. La numerosità dei punti di prova è un compromesso tra accuratezza desiderata, tempo d'esecuzione, costo e danno apportato alla struttura.

A titolo esemplificativo, la tabella 126.2 riporta alcune indicazioni circa i valori tipici di riferimento per la variabilità e i limiti di confidenza nella stima della resistenza ottenibili con diversi metodi di prova. La stessa tabella riporta un'indicazione di massima riguardante il numero minimo di prove da effettuare in una specifica area di prova.

**Tabella 126.2 - Valori tipici di riferimento per la variabilità e i limiti di confidenza nella stima della resistenza ottenibili con diversi metodi di prova**

Metodo di prova	Coefficiente di variazione dei valori ottenuti su un elemento strutturale di buona qualità [%]	Limiti di confidenza [±%] al 95% nella stima della resistenza	Numero di prove o di campioni relativo ad un'area di prova
Carotaggio	10	10	3
Indice di rimbalzo	4	25	12
Velocità di propagazione	2,5	20	1
Resistenza alla penetrazione	4	20	3
Forza d'estrazione	15	15	9

## 20 Elaborazione dei risultati

Un'indagine mirata alla stima della resistenza in opera comporta genericamente l'esame di risultati provenienti da prove di resistenza meccanica su carote e/o di dati ottenuti da metodi non distruttivi. Se la numerosità (complessiva) dei risultati relativi ad un'area di prova è pari a tre, numero minimo accettabile, si può stimare solamente la resistenza media.

Si ribadisce che per stimare la resistenza caratteristica del calcestruzzo in opera bisogna fare riferimento al procedimento previsto dalla norma **UNI EN 13791**, paragrafi 7.3.2 e 7.3.3. nel caso di utilizzo di metodo diretto (carotaggio) o paragrafo 8.2.4. nel caso di utilizzo di metodo indiretto.

## 21 Carotaggio

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo *in situ* può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) prelevati dalle strutture in numero non inferiore a tre. L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera tale da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori devono essere ripristinati con malte espansive e a ritiro compensato.

Il carotaggio può risultare improprio per verificare le caratteristiche di calcestruzzi di bassa resistenza ( $R_c \leq 20$  N/mm<sup>2</sup>) o alle brevi scadenze, poiché sia il carotaggio sia la lavorazione delle superfici possono sgretolare e compromettere l'integrità del conglomerato di resistenza ridotta.

Ai fini della determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo *in situ*, è necessario applicare i fattori di correzione necessari, poiché i risultati forniti dalla prova a compressione delle carote non corrispondono esattamente a quelli che si otterrebbero con le prove a compressione condotte su cubi

confezionati durante il getto, a causa della diversità dell'ambiente di maturazione, della direzione del getto rispetto a quella di carotaggio, dei danni prodotti dall'estrazione, ecc. I fattori di influenza sono quelli descritti dall'allegato A alla norma **UNI EN 13791**.

#### *Linee generali*

Si devono prendere in considerazione le seguenti avvertenze:

- il diametro delle carote deve essere almeno superiore a tre volte il diametro massimo degli aggregati (i diametri consigliati sono compresi tra 75 e 150 mm);
- le carote destinate alla valutazione della resistenza non dovrebbero contenere ferri d'armatura (si devono scartare i provini contenenti barre d'armatura inclinate o parallele all'asse);
- per ottenere la stima attendibile della resistenza di un'area di prova devono essere prelevate e provate almeno tre carote;
- il rapporto lunghezza/diametro delle carote deve essere uguale a 1 e il diametro deve essere uguale a 100 mm. Occorre evitare che i provini abbiano snellezza inferiore a uno o superiore a due;
- i campioni estratti (e i provini) devono essere protetti nelle fasi di lavorazione e di deposito rispetto all'essiccazione all'aria. Salvo diversa prescrizione, le prove di compressione devono essere eseguite su provini umidi;
- nel programmare l'estrazione dei campioni si deve tener conto che la resistenza del calcestruzzo dipende dalla posizione o giacitura del getto;
- è necessario verificare accuratamente, prima di sottoporre i campioni alla prova di compressione, la planarità e l'ortogonalità delle superfici d'appoggio. La lavorazione o preparazione inadeguata dei provini porta, infatti, a risultati erronei. Il semplice taglio e la molatura delle superfici di prova può non soddisfare i requisiti di parallelismo e planarità richiesti dalle norme.

### 3 *Area di prova o di prelievo*

Le carote devono essere prelevate nell'individuata regione di prova e, in particolare, in corrispondenza degli elementi strutturali nei quali è stato posto in opera il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione o laddove il direttore dei lavori ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Nell'individuazione delle aree di carotaggio devono essere rispettati determinati accorgimenti, oltre a quelli indicati dalla norma **UNI EN 12504-1**.

Le aree di carotaggio devono:

- essere lontane dagli spigoli e dai giunti in cui è presente poca o nessuna armatura;
- riguardare zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- essere lontane dalle parti sommitali dei getti;

Devono, inoltre, essere evitati i nodi strutturali.

L'estrazione dei provini di calcestruzzo indurito deve avvenire almeno dopo 28 giorni di stagionatura

In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei e parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

### 4 *Norme di riferimento*

Le procedure per l'estrazione, la lavorazione dei campioni estratti per ottenere i provini e le relative modalità di prova a compressione sono quelle descritte nelle seguenti norme:

**UNI EN 12504-1** – *Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture. Carote. Prelievo, esame e prova di compressione;*

**UNI EN 12390-1** – *Prova sul calcestruzzo indurito. Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme;*

**UNI EN 12390-2** – *Prova sul calcestruzzo indurito. Confezionamento e stagionatura dei provini per prove di resistenza;*

**UNI EN 12390-3** – *Prova sul calcestruzzo indurito. Resistenza alla compressione dei provini;*

**UNI EN 13791** - *Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo.*

#### 5 *Verbale di prelevamento dei campioni di calcestruzzo indurito*

Il verbale di prelievo dei campioni di calcestruzzo indurito, redatto secondo la norma UNI EN 12504-1, deve contenere almeno le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- forma e dimensione dei provini;
- numero e sigla di ciascun campione;
- data del getto;
- data del prelievo delle carote;
- modalità di estrazione e utensile impiegato.

#### 4 *Metodi indiretti per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera*

Come metodi indiretti devono essere presi in considerazione i metodi più consolidati nella pratica dei controlli non distruttivi, ovvero indice di rimbalzo, pull-out e misura della velocità di propagazione.

I metodi indiretti (indice di rimbalzo, velocità di propagazione degli impulsi e forza di estrazione) dovranno rispettare le linee guida della norma **UNI EN 1379**, mediante la correlazione tra i risultati dei metodi di prova indiretti e la resistenza a compressione su carote prelevate dalla struttura in esame. Il carotaggio è il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi.

La legge di correlazione deve essere determinata utilizzando un adeguato numero di campioni, ottenuti mediante carotaggio dalla struttura in esame e sottoposti ad indagine non distruttiva prima della loro rottura.

Il direttore dei lavori deve condurre una preliminare campagna di analisi con metodi indiretti, al fine di programmare le posizioni di prelievo delle carote, anche sulla base del grado di omogeneità del volume di calcestruzzo in esame, ed eventualmente di suddividere l'area in esame in lotti entro i quali sia possibile definire statisticamente l'omogeneità del calcestruzzo.

I fattori di influenza dei risultati dei metodi indiretti sono quelli descritti dall'allegato B alla norma **UNI EN 13791**.

#### 5 *Calibratura delle curve di correlazione tra risultati di prove non distruttive e la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera*

La stima della resistenza a compressione del calcestruzzo in opera, mediante metodi non distruttivi, deve basarsi sull'impiego di correlazioni tra il parametro non distruttivo proprio del metodo impiegato e la resistenza a compressione del calcestruzzo in esame mediante prove su carote, come prescritto dalla norma **UNI EN 13791**. I metodi indiretti, dopo la calibrazione mediante prove su carote, possono essere impiegati:

- singolarmente;
- in combinazione con altri metodi indiretti;
- in combinazione con altri metodi indiretti e diretti (carote).

Le curve di correlazione fornite a corredo delle apparecchiature di prova non risultano, nella generalità dei casi, del tutto adeguate, poiché il loro sviluppo è basato sull'uso di determinati tipi di calcestruzzo e su prefissate condizioni di prova. L'andamento della legge di correlazione può essere assunto predefinito per ciascun metodo di indagine, a meno di costanti che possono essere determinate utilizzando un campione di carote di adeguata numerosità, sottoposte ad indagine non distruttiva prima della loro rottura. È, perciò, essenziale predisporre tavole di calibrazione per il tipo specifico di calcestruzzo da sottoporre a prova,

utilizzando i risultati delle prove su carote portate a rottura dopo l'esecuzione sulle stesse di prove indirette, oltre a quelle eseguite in opera nello stesso punto di estrazione della carota stessa.

È opportuno che le carote utilizzate per la calibrazione siano non meno di tre. I valori numerici delle costanti che precisano l'andamento delle leggi di correlazione possono essere ottenuti applicando tecniche di minimizzazione degli errori.

#### 6 *Determinazione di altre proprietà del calcestruzzo in opera: dimensioni e posizione delle armature e stima dello spessore del copriferro*

La misurazione dello spessore del copriferro delle armature e l'individuazione delle barre di armatura possono essere effettuate utilizzando dispositivi denominati *misuratori di ricoprimento* o *pacometri*.

#### 7 *Stima della resistenza del calcestruzzo in opera*

La resistenza dei provini estratti per carotaggio generalmente è inferiore a quella dei provini prelevati e preparati nel corso della messa in opera del calcestruzzo e stagionati in condizioni standard.

Le nuove norme tecniche per le costruzioni hanno quantificato l'entità di tale differenza, riconducibile alle caratteristiche del materiale, alle modalità di posa in opera, di stagionatura e di esposizione, ritenendo accettabile un calcestruzzo il cui valore medio di resistenza a compressione ( $R_{opera,m}$ ), determinato con tecniche opportune (carotaggi e/o controlli non distruttivi), sia almeno superiore all'85% del valore medio della resistenza di progetto  $R_{progetto,cm}$ :

$$R_{opera,m} \geq 0,85 R_{progetto,cm} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Alla necessità di effettuare correttamente la stima delle condizioni al contorno, caratteristiche di ciascuna opera, e di garantire adeguatamente la normalizzazione delle procedure di prova, indispensabili per la riproducibilità e la ripetibilità dei risultati sperimentali, si aggiunge l'esigenza di definire correttamente il valore, indicato dalle norme tecniche, da assumere per la resistenza media di progetto  $R_{progetto,cm}$ .

Il controllo della resistenza del calcestruzzo in opera deve essere eseguito in conformità alla norma **UNI EN 13791**, che stabilisce il passaggio dalla resistenza caratteristica cubica di progetto  $R_{ck}$  alla resistenza caratteristica cilindrica di progetto  $f_{ck}$  con la seguente relazione:

$$f_{ck} = 0,85 R_{ck} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Al punto 6, tabella 1, della stessa norma, sono riportati per ciascuna classe di resistenza i valori caratteristici minimi accettabili. La  $R_{opera,ck}$  deve essere determinata secondo il punto 7 della stessa norma **UNI EN 13791**, che prevede un controllo di tipo statistico nel caso in cui la numerosità dei prelievi sia maggiore di 15 (Approccio A, p. 7.3.2), e un controllo alternativo nel caso di una minore numerosità dei prelievi (Approccio B, p. 7.3.3.). In sintesi, si dovrà confrontare:

$$R_{opera,ck} \geq 0,85 R_{progetto,ck} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Il rapporto di valutazione della resistenza calcestruzzo in opera deve essere conforme al punto 10 della norma **UNI EN 13791**.

#### 8 *La non conformità dei controlli d'accettazione*

Le indagini per la valutazione del calcestruzzo in opera, in caso di non conformità dei controlli d'accettazione, dovranno rispettare i criteri previsti dal paragrafo 9 della norma **UNI EN 13791**.

1) In una regione di prova comprendente diversi lotti di calcestruzzo con 15 o più risultati di prove su carote, se  $f_{opera,m} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} + 1,48 s)$  e  $f_{opera,min} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} - 4)$

dove

$f_{progetto,ck}$  = resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo prevista in progetto

$f_{opera,m}$  = valore medio delle resistenze a compressione delle carote

$f_{opera,min}$  = valore minimo di resistenza a compressione delle carote

$s$  = scarto quadratico medio dei risultati sperimentali (se il valore di  $s$  è minore di  $2 \text{ N/mm}^2$  si assume pari a  $2 \text{ N/mm}^2$ ),

il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di resistenza sufficiente e conforme alla norma EN 206-1.

2) In alternativa, previo accordo tra le parti, qualora fossero disponibili 15 o più risultati di prove indirette e i risultati di almeno due carote prelevate da elementi strutturali, per i quali i risultati sui campioni convenzionali avevano fornito valori di resistenza più bassi, se  $f_{opera,min} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} - 4)$ , il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di adeguata resistenza.

3) In una piccola regione di prova contenente pochi lotti di calcestruzzo, al limite uno, il direttore dei lavori deve ricorrere all'esperienza per selezionare l'ubicazione dei due punti di prelievo delle carote, e se  $f_{opera,min} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} - 4)$ , il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di adeguata resistenza. Se la regione di prova è ritenuta contenente calcestruzzo di resistenza adeguata, è conforme anche la popolazione calcestruzzo al quale è riferito il controllo.

## **Art. 58 Prove di carico sui pali di fondazione**

### *22 Prove di verifica in corso d'opera*

Sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche di verifica per:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Tali prove devono essere spinte ad un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

In presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze lungo la superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1,2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

Il numero e l'ubicazione delle prove di verifica devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione. In ogni caso, il numero di prove non deve essere inferiore a:

- 1, se il numero di pali è inferiore o uguale a 20;
- 2, se il numero di pali è compreso tra 21 e 50;
- 3, se il numero di pali è compreso tra 51 e 100;
- 4, se il numero di pali è compreso tra 101 e 200;
- 5, se il numero di pali è compreso tra 201 e 500;
- il numero intero più prossimo al valore  $5 + n/500$ , se il numero  $n$  di pali è superiore a 500.

Il numero di prove di carico di verifica può essere ridotto se sono eseguite prove di carico dinamiche, da tarare con quelle statiche di progetto, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali.

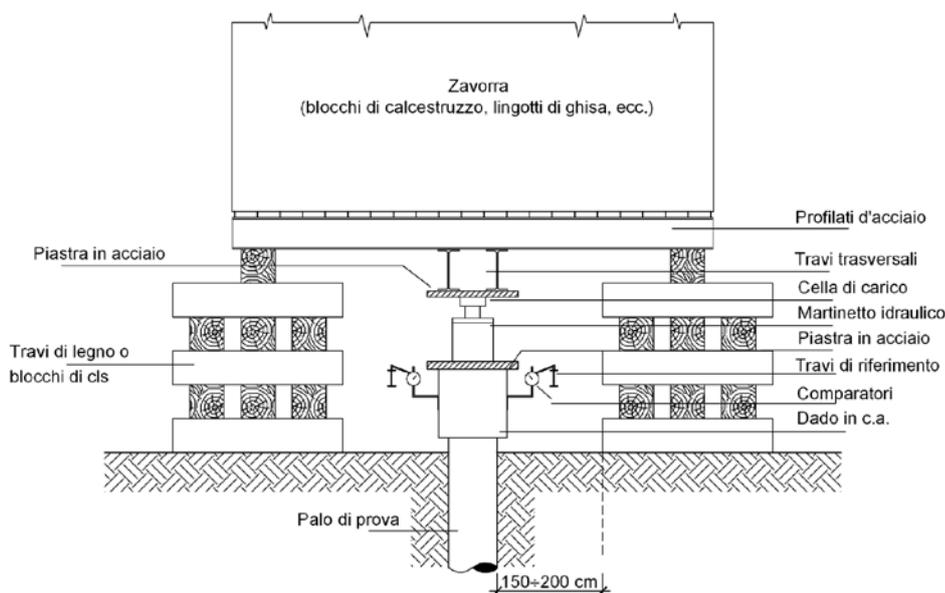
Le prove di carico dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale, in contraddittorio con l'impresa esecutrice.

La direzione dei lavori dovrà, in contraddittorio con l'impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi. Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova, che potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perché il palo abbia raggiunto la stagionatura prescritta per il calcestruzzo.

### 23 Preparazione dei pali da sottoporre a prova

L'appaltatore ha l'onere della preparazione dei pali da sottoporre a prova di carico mediante la regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del calcestruzzo e messa a nudo del fusto per un tratto di  $\approx 50$  cm. Successivamente, sul palo deve essere realizzato un dado di calcestruzzo armato, di sezione maggiore di quella del palo, per l'appoggio del martinetto. L'esecuzione della prova deve avere inizio dopo la stagionatura del calcestruzzo, per evitare eventuali deformazioni plastiche durante l'applicazione del carico. L'appaltatore ha anche l'onere di predisporre la struttura di contrasto per l'esecuzione della prova di carico, secondo le indicazioni del laboratorio ufficiale incaricato.

Per la prova di carico verticale, la struttura di contrasto per il martinetto idraulico e il palo deve essere costituita preferibilmente da un cassone zavorrato. Le basi di appoggio del cassone devono essere sufficientemente distanti dal palo di prova (preferibilmente 2 m) per evitare spinte passive sul palo da parte del terreno caricato dagli appoggi.



**Figura 128. 1 - Schema di applicazione del carico di prova su palo di fondazione con cassone zavorrato**

### 24 Prove di carico verticali

Le prove di carico verticali permettono di misurare gli abbassamenti prodotti dall'applicazione di un carico verticale sulla testa del palo. I risultati ottenuti si riferiscono, nella gran parte dei casi, ai cedimenti istantanei della testa del palo, pertanto la prova deve essere limitata nel tempo dallo stabilizzarsi dei valori rilevati.

La direzione dei lavori deve individuare il numero e l'ubicazione dei pali da sottoporre a prova in conformità ai limiti stabiliti dalle nuove norme tecniche per le costruzioni.

I pali soggetti a prova di carico assiale, a discrezione della direzione dei lavori, potranno essere sottoposti anche a controlli non distruttivi.

La determinazione del carico limite deve essere ottenuta impiegando almeno tre metodi:

- metodo Davisson;
- metodo Chin;
- metodo Brinch Hansen.

3

### Presentazione dei risultati

I risultati della prova di carico su palo di fondazione devono essere presentati con i seguenti diagrammi:

MOD_02_01_00_16	Qualità dei materiali e norme di misurazione	Rev. n° 04 del 03/2014	Pagina 179 di 199
-----------------	--	------------------------	-------------------

- carico/cedimento;
- tempo/carico;
- tempo/cedimento.

Ai suddetti diagrammi si aggiunge la relazione di accompagnamento del laboratorio ufficiale che ha eseguito la prova di carico.

4

#### *Verbale di prova di carico su palo di fondazione*

Il verbale di prova di carico su pali di fondazione deve contenere i seguenti dati:

- individuazione e caratteristiche costruttive delle opere;
- data e ora della prova;
- localizzazione del palo su cui è stata effettuata la prova di carico;
- descrizione della struttura di prova (struttura di contrasto, di sostegno laterale, travi portamicrometri, martinetti, celle di carico, ecc.);
- descrizione dell'eventuale strumentazione collocata all'interno del palo;
- curve di taratura degli strumenti utilizzati;
- grafici e tabelle per la visualizzazione dei risultati della prova.

### **A) Controlli d'integrità dei pali di fondazione**

#### 25 *Criteri generali*

In tutti i casi in cui la qualità dei pali dipenda in misura significativa dai procedimenti esecutivi e dalle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, devono essere effettuati dei controlli di integrità diretti a verificare almeno:

- la lunghezza;
- la sezione trasversale;
- la discontinuità.

Il controllo dell'integrità, da effettuarsi con prove dirette o indirette di comprovata validità, deve interessare almeno il 5% dei pali della fondazione con un minimo di due pali.

Nel caso di gruppi di pali di grande diametro ( $d \geq 80$  cm), il controllo dell'integrità deve essere effettuato su tutti i pali di ciascun gruppo se i pali del gruppo sono in numero inferiore o uguale a quattro.

I controlli di integrità dovranno essere eseguiti da un laboratorio ufficiale, in contraddittorio con l'impresa esecutrice. Sui pali con riscontrati difetti esecutivi dovranno essere eseguiti ulteriori controlli (anche distruttivi) per le successive determinazioni della stazione appaltante.

#### 26 *Prove di eco sonico*

La prova di eco sonico (o della risposta impulsiva) è una prova a basse deformazioni che deve essere impiegata per verificare la continuità o eventuali anomalie del palo (variazioni di sezioni, cavità, interruzioni, giunzioni di prefabbricati non eseguite correttamente, ecc.).

Il controllo è applicabile a pali di fondazione isolati (specialmente di tipo prefabbricato e battuto) e a pali trivellati in terreni coerenti.

La prova consiste nel sollecitare la testa del palo – resa libera allo scopo svincolandola dalle strutture di fondazione (travi, plinti, platee, solette) o dal magrone – con una forza impulsiva assiale tale da provocare onde di compressione assiale, mediante l'impiego di un martello in nylon, valutando la risposta in termini di velocità o spostamento nel tempo. Il segnale di risposta o segnale riflesso, rilevato mediante un accelerometro posizionato anch'esso sulla testa del palo, viene depurato da eventuali componenti estranee e opportunamente amplificato per meglio interpretare i segnali di eco.

La lunghezza del palo oggetto di controllo, o la distanza di una discontinuità dalla testa del palo stesso, è determinata dalla relazione  $2L = t \cdot V$ , dove  $L$  è la lunghezza del palo,  $V$  la velocità delle onde longitudinali all'interno del calcestruzzo e  $t$  il tempo di ritardo rispetto all'istante in cui l'impulso viene trasmesso al palo.

### 27 *Prova di ammettenza meccanica verticale*

La prova di ammettenza meccanica verticale è una prova a basse deformazioni che consente di verificare la geometria del palo (lunghezza, variazioni della sezione, ecc.), il vincolo d'interfaccia laterale e il grado di incastro alla base, nonché la rigidità elastica del sistema palo terreno.

La prova utilizza tecniche di sollecitazione dinamica applicate alla testa del palo, che dovrebbe essere libera e accessibile.

### 28 *Metodo Cross-hole*

Per l'esecuzione del controllo Cross-hole devono essere inseriti nei pali indicati dalla direzione dei lavori o dal progetto esecutivo, prima del getto di calcestruzzo, un certo numero di tubi metallici o in materiale plastico pesante (3÷4 per pali di grosso diametro) del diametro interno minimo di 35÷42 mm e di lunghezza pari a quella del palo, fissati alla gabbia dell'armatura metallica in modo che risultino opportunamente distanti e paralleli e in posizione verticale. I tubi di plastica non devono subire danneggiamenti durante la collocazione della gabbia d'armatura e durante il getto di calcestruzzo, per non pregiudicare il controllo.

Il direttore dei lavori ha facoltà di eseguire la prova in pali già realizzati ma con tubi non predisposti, realizzando i fori mediante carotaggio meccanico.

Con metodo Cross-hole è possibile indagare soltanto la porzione di calcestruzzo compresa tra le due sonde. Le informazioni che si ottengono riguardano le caratteristiche del getto di calcestruzzo; in particolare, la presenza di fratture, vuoti, strutture a nido d'ape, inclusioni di terreno, variazioni nette di qualità del calcestruzzo, ecc.

### 29 *Carotaggio continuo meccanico*

Il carotaggio deve essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e, se richiesto, del sedime d'imposta. Allo scopo devono essere impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione devono essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio e le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota devono essere eseguite anche prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Al termine del carotaggio si deve provvedere a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio deve essere eseguito da un laboratorio ufficiale, quando richiesto dalla direzione dei lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente capitolato.

### 30 *Scavi attorno al fusto del palo*

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4-5 m di palo di fondazione.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua, e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente capitolato e alle disposizioni della direzione dei lavori.

### Capitolo 3

## NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

#### **Art. 59** Valutazione lavori a corpo e a misura

Per le opere o le provviste a corpo il prezzo convenuto è fisso e invariabile, senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla qualità di dette opere o provviste. Per le opere appaltate a misura, la somma prevista nel contratto può variare, tanto in più quanto in meno, secondo la quantità effettiva di opere eseguite.

#### **Art. 60** Scavi

##### *A.1) Scavi di sbancamento*

Per *scavi di sbancamento* o *sterri andanti*, si intendono quelli occorrenti per lo spianamento o per la sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc. e, in generale, tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

Gli scavi di sbancamento generale saranno misurati a volume col metodo delle sezioni ragguagliate, basandosi sul piano quotato redatto all'inizio lavori e sui disegni di progetto.

Normalmente si considera come perimetro dello scavo la verticale sul filo esterno dei manufatti perimetrali.

In nessun caso verrà misurata la scarpata che viene data alle pareti dello scavo, o eventuali maggiorazioni dettate dalla necessità di effettuare armature provvisorie, puntellazioni, ecc.

##### *A.2) Scavi a sezione obbligata*

Gi scavi a sezione obbligata verranno misurati esclusivamente sulla verticale del filo esterno dei manufatti, senza tenere conto dei maggiori volumi di scavo effettuati dall'appaltatore per proprie ragioni operative.

All'appaltatore non verranno pagati i volumi di scavo derivanti da maggiori sezioni rispetto a quelle progettuali, soprattutto se dipendenti da inidonea sbadacchiatura o armatura dello scavo stesso.

##### *A.3) Scavi in presenza d'acqua*

Si considerano scavi in presenza d'acqua soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà, perciò, considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Gli scavi subacquei saranno valutati con un sovrapprezzo in aggiunta agli scavi di fondazione, per tenere conto degli aggotamenti ed esaurimenti dell'acqua presente, con qualsiasi mezzo l'appaltatore ritenga opportuno eseguirli.

L'aggotamento delle acque di falda col sistema well-point sarà pagata come indicato nell'elenco prezzi con il relativo prezzo di elenco, comprensivo delle punte aspiranti, pompe, mano d'opera, trasporto, messa in opera tubi, fornitura di energia, manutenzione, guardiania, controllo e assistenza nelle 24 ore.

##### *A.4) Oneri aggiunti per gli scavi*

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'appaltatore si deve ritenere compensato per i seguenti altri eventuali oneri:

- il taglio di piante, l'estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;

- il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza e anche in presenza d'acqua;
- i paleggi, l'innalzamento, il carico, il trasporto e lo scarico a rinterro o a rifiuto, entro i limiti previsti in elenco prezzi, la sistemazione delle materie di rifiuto, il deposito provvisorio e la successiva ripresa;
- la regolazione delle scarpate o delle pareti, lo spianamento del fondo, la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua o altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi, secondo le sagome definitive di progetto esecutivo;
- le puntellature, le sbadacchiature e le armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato speciale d'appalto, compresi le composizioni, le scomposizioni, le estrazioni e l'allontanamento, nonché gli sfridi, i deterioramenti, le perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- le impalcature, i ponti e le costruzioni provvisorie (occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati), i passaggi, gli attraversamenti, ecc.;
- ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

#### *A.5) Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali*

I disfacimenti e i ripristini delle massicciate e delle pavimentazioni devono essere valutati a metro quadrato, assumendo per la misura di tali lavori una larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di 30 cm. Devono essere dedotte le superfici corrispondenti a rotaie, bocchette, chiusini, soglie e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

Gli scavi in cassonetto per il ripristino delle massicciate devono essere valutati separatamente a metro cubo, considerando una larghezza di scavo pari a quella convenzionale sopra stabilita e la profondità effettiva del cassonetto ordinato dalla direzione dei lavori.

### **Art. 61 C.Rilevati, rinterri e vespai**

#### *A.1 Rilevati*

Il volume dei rilevati e dei rinterri deve essere determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento.

#### *A.2 Rinterri*

I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

#### *A.3 Preparazione del piano di posa dei rilevati*

La preparazione del piano di posa dei rilevati, compresi il taglio e l'asportazione di piante, arbusti, basso bosco, ceppai e vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore non inferiore a 30 cm (da computare nel calcolo dei volumi), il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, ecc., deve essere compensata per ogni metro quadrato di superficie preparata.

#### *A.4 Riempimento con misto granulare. Vespai*

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., deve essere valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

### **Art. 62 Demolizioni, dismissioni e rimozioni**

*A.1 Demolizione di elementi strutturali in conglomerato cementizio armato o non armato*

La demolizione di elementi strutturali in conglomerato cementizio armato o non armato, compreso l'onere del trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta, deve essere compensata a metro cubo di struttura demolita.

*A.2 Rimozione di ringhiere, grate, cancelli, ecc.*

La rimozione di opere in ferro quali ringhiere, grate, cancelli, anche con eventuali elementi in vetro, ecc., e il trasporto a pubblica di scarica del materiale inutilizzabile, deve essere compensata a metro quadrato.

*A.3 Sostituzione di parti di ringhiere, grate, cancelli, ecc.*

La sostituzione di elementi di opere in ferro quali ringhiere, grate, cancelli, ecc., e il trasporto a rifiuto del materiale inutilizzabile, deve essere compensata a corpo.

**Art. 62 Calcestruzzi, solai, impermeabilizzazioni**

*A.1 Calcestruzzi*

I calcestruzzi per fondazioni e le strutture costituite da getto in opera saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni previste dal progetto esecutivo, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei prezzi del conglomerato sono, inoltre, compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio e dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato deve essere eseguita, nonché gli oneri derivanti dal getto e dalla vibratura.

L'armatura ad aderenza migliorata deve essere compensata a parte.

*A.2 Casseforme*

Le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computate a metro quadrato.

**Art.63 Acciaio per armature e reti elettrosaldate**

*Acciaio per cemento armato*

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata, per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo, nonché la rete elettrosaldata, opportunamente sagomate e collocate in opera secondo le quantità del progetto esecutivo delle strutture in cemento armato, saranno valutate secondo il peso effettivo. Nel prezzo, oltre alla lavorazione e lo sfrido, è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

**Art. 64 Pali di fondazione**

La misurazione del palo verrà eseguita dal fondo del foro fino alla base del plinto, trave o altra struttura di collegamento.

**Art. 65 Lavori in metallo**

*A.1 Ringhiere e cancellate semplici*

Le ringhiere e cancellate con profilati di ferro scatolari o pieni e con disegni semplici e lineari, devono essere valutate a peso.

### A.2 *Ringhiere e cancellate con ornati*

Le ringhiere e cancellate di ferro con ornati o con disegni particolarmente complessi devono essere valutate a corpo.

### A.3 *Infissi, ringhiere e simili*

La preparazione e la successiva tinteggiatura o laccatura di infissi e simili provenienti da dismissione deve essere valutata a corpo, comprendendo la dismissione e la ricollocazione dell'infisso dopo il trattamento.

Per la coloritura o verniciatura di infissi, ringhiere o simili si devono osservare le seguenti norme:

- per le porte bussole e simili si computerà due volte la luce netta dell'infisso, non detraendo le eventuali superfici del vetro. È compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettoncino;
- per le finestre senza persiane, ma con scurettili, si computerà tre volte la luce netta dell'infisso, essendo così compensata la coloritura degli scurettili e del telaio (o cassettoncino);
- per le finestre senza persiane e senza scurettili si computerà una volta sola la luce netta dell'infisso, comprendendo con ciò anche la coloritura e sgocciolatoio del telaio;
- per persiane avvolgibili si computerà due volte e mezzo la luce netta dell'infisso, comprendendo con ciò anche la coloritura del telaio;
- per le opere in ferro semplici e senza ornati, quali finestre, grandi vetrate, lucernari, serrande avvolgibili a maglia, infissi di vetrine, si computeranno i tre quarti della superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura di sostegni, grappe e simili accessori dei quali non si terrà conto nella misurazione;
- per le opere in ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata una volta la loro superficie misurata come sopra;
- per opere in ferro con ornati ricchissimi, nonché per pareti metalliche e lamiere striate, sarà computata una volta e mezzo la loro superficie misurata come sopra;
- per le serrande in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, sarà computata tre volte la luce netta del vano, misurato in altezza, tra la soglia e la battuta della serranda, intendendo con ciò compensata anche la coloritura della superficie non in vista;
- i radiatori saranno computati per elemento radiante;
- per le persiane alla romana si computerà tre volte.

Tutte le coloriture e le verniciature si intendono eseguite su entrambe le facce, compresi eventuali accessori.

## **Art.66 Tubazioni, pozzetti prefabbricati, pezzi speciali, apparecchiature e impianti**

### A.1 *Fornitura e posa in opera di tubazioni*

La fornitura e la posa in opera di tubazioni devono essere valutate a metro lineare a seguito di misurazione effettuata in contraddittorio sull'asse delle tubazioni posate, senza tenere conto delle parti sovrapposte, detraendo la lunghezza dei tratti innestati in pozzetti o camerette.

### A.2 *Pezzi speciali per tubazioni*

I pezzi speciali per la posa in opera di tubazioni (flange, flange di riduzione, riduzioni, curve, gomiti, manicotti, riduzioni, tazze, tappi di chiusura, piatti di chiusura, ecc.) devono essere compensati a numero.

### A.3 *Valvole, saracinesche*

Le valvole e le saracinesche varie deve essere valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni.

Nel prezzo sono compresi anche i materiali di tenuta.

#### A.4 *Pozzetti prefabbricati*

I pozzetti prefabbricati devono essere pagati ad elemento componente (elemento di base, elemento di sopralzo, piolo in acciaio rivestito, soletta di copertura, raggiungi quota, chiusino, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

#### A.5 *Caditoie prefabbricate*

Le caditoie prefabbricate devono essere pagate ad elemento componente (elemento di base, anello di prolunga, anello d'appoggio, cestello in acciaio zincato, chiusino in ghisa sferoidale, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

#### A.6 *Apparecchiature degli impianti*

Le apparecchiature degli impianti devono essere valutate a numero e secondo le caratteristiche costruttive in relazione alle prescrizioni contrattuali.

### **Art. 67 Opere stradali e pavimentazioni varie**

#### 31 *Cigli e cunette*

I cigli e le cunette in calcestruzzo, ove in elenco non sia stato previsto prezzo a metro lineare, devono essere pagati a metro cubo.

#### 32 *Carreggiata*

#### 3 *Compattazione meccanica dei rilevati*

La compattazione meccanica dei rilevati deve essere valutata a metro cubo, quale compenso in aggiunta a quello per la formazione dei rilevati.

#### 4 *Massicciata*

La ghiaia, il pietrisco, e in generale tutti i materiali per massicciate stradali, si valuteranno a metro cubo. Normalmente, la misura dovrà effettuarsi prima della posa in opera. Il pietrisco o la ghiaia verranno depositati in cumuli regolari e di volume il più possibile uguale lungo la strada, oppure in cataste di forma geometrica. La misurazione a scelta della direzione dei lavori verrà fatta o con canne metriche, oppure col mezzo di una cassa parallelepipedica senza fondo che avrà le dimensioni di 1 m · 1 m · 0,50 m.

All'atto della misurazione, sarà facoltà della direzione dei lavori dividere i cumuli in tante serie ognuna di un determinato numero, e scegliere in ciascuna serie il cumulo da misurare come campione.

Il volume del cumulo misurato sarà applicato a tutti quelli della corrispondente serie e, se l'impresa avrà mancato all'obbligo dell'uguaglianza dei cumuli, dovrà sottostare al danno che per avventura le potesse derivare da tale applicazione.

Tutte le spese di misurazione, comprese quelle della fornitura e trasporto della cassa, e quelle per lo spandimento dei materiali, saranno a carico dell'impresa e compensate coi prezzi di tariffa della ghiaia e del pietrisco.

Quanto detto vale anche per i rimanenti materiali di massicciata, ghiaia e pietrisco di piccole dimensioni che potessero occorrere per le banchine di marciapiedi, piazzali ed altro, e per il sabbione a consolidamento della massicciata, nonché per le cilindature e per le bitumature, quando la fornitura non sia compresa nei prezzi di questi lavori, e per qualsiasi altro scopo.

#### 5 *Impietramento o ossatura*

L'impietramento per sottofondo di massicciata verrà valutato a metro quadrato della relativa superficie e, con i prezzi di elenco stabiliti a seconda delle diverse altezze da dare al sottofondo, l'impresa si intende compensata di tutti gli oneri e obblighi necessari.

La misura e il pagamento possono riferirsi a volume misurato in opera o in cataste.

### 33 *Cilindratura di massicciata e sottofondi*

Il lavoro di cilindratura di massicciate con compressore a trazione meccanica deve essere pagato in ragione di metro cubo di pietrisco cilindrato, qualunque sia la larghezza della striscia da cilindrare.

Con i prezzi di elenco relativi a ciascuno dei tipi di cilindature, si intenderà compensata ogni spesa per nolo, trasporto dei compressori a piè d'opera all'inizio del lavoro e ritorno in rimessa, sia per ricovero durante la notte che nei periodi di sosta.

La cilindratura di sottofondo, qualora venga ordinata, deve essere pagata in ragione di metri cubi di sottofondo in opera, col prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli oneri principali ed eventuali di cui sopra (oppure a superficie cilindrata col prezzo di elenco).

Le cilindature possono essere previste anche a tonnellata-chilometro, e con prestazioni in economia, per lavori in economia, o per esecuzioni di pavimentazioni, applicazioni di manti superficiali, ecc., per i quali non sia compreso nel prezzo l'onere delle cilindature, nei quali casi si stabiliranno le necessarie prescrizioni, modo di misura e prezzo.

### 34 *Fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio; fondazioni in terra stabilizzata*

La valutazione per le fondazioni e le pavimentazioni in conglomerato cementizio e le fondazioni in terra stabilizzata deve essere a metro cubo di opera finita. Il prezzo a metro cubo della fondazione e della pavimentazione in calcestruzzo comprende tutti gli oneri per:

- lo studio granulometrico della miscela;
- la fornitura e stesa di un centimetro di sabbia quale letto di posa del calcestruzzo, e dello strato di cartone catramato isolante;
- la fornitura degli inerti delle qualità e nelle quantità prescritte dal presente capitolato, nonché la fornitura del legante e dell'acqua;
- il nolo del macchinario occorrente per la confezione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo;
- la vibrazione e stagionatura del calcestruzzo;
- la formazione e sigillatura dei giunti;
- tutta la mano d'opera occorrente per i lavori suindicati, e ogni altra spesa e onere per il getto della lastra, ivi compreso quello del getto in due strati, se ordinato.

Lo spessore deve essere valutato in base a quello prescritto con tolleranza non superiore ai 5 mm, purché le differenze si presentino saltuariamente e non come regola costante. In questo caso non si terrà conto delle eccedenze, mentre si dedurranno le deficienze riscontrate.

Per l'armatura del calcestruzzo deve essere fornita e posta in opera una rete d'acciaio a maglie che deve essere valutata a parte, secondo il peso unitario prescritto e determinato in precedenza a mezzo di pesatura diretta.

Anche per le fondazioni in terra stabilizzata valgono tutte le norme di valutazione sopra descritte. Si precisa, ad ogni modo, che il prezzo comprende:

- gli oneri derivanti dalle prove preliminari necessarie per lo studio della miscela, nonché da quelle richieste durante l'esecuzione del lavoro;
- l'eventuale fornitura di terre e sabbie idonee alla formazione della miscela, secondo quanto prescritto o richiesto dalla direzione dei lavori;
- il macchinario e la mano d'opera necessari e quanto altro occorra, come precedentemente descritto.

### 35 *Trattamenti protettivi delle pavimentazioni, manti di conglomerato, pavimentazioni di cemento*

I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti di conglomerato, le pavimentazioni cementizie e, in genere, qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore, verranno compensati a metro quadrato di superficie trattata.

Qualora i quantitativi di legante o di materiale di aggregazione stabiliti variassero, ovvero – nel caso di manti a tappeto o a conglomerati a masse aperte o chiuse da misurarsi a superficie – si modificassero gli spessori, si farà luogo alle relative detrazioni analogamente a quanto sopra espresso. I cordoli laterali (bordi) devono essere valutati a parte.

*36 Acciottolati, selciati, lastricati, pavimentazioni in cemento, di porfido*

Gli acciottolati, i selciati, i lastricati e le pavimentazioni in cubetti devono essere pagati a metro quadrato di superficie realizzata.

*37 Pavimentazioni di marciapiedi*

Le pavimentazioni di marciapiedi devono essere compensate a metro quadrato di superficie realizzata.

*38 Soprastrutture stabilizzate*

Le soprastrutture in terra stabilizzata, in terra stabilizzata con cemento, in terra stabilizzata con legante bituminoso e in pozzolana stabilizzata con calce idrata, devono essere valutate a metro quadrato di piano viabile completamente sistemato.

*39 Conglomerati bituminosi*

I conglomerati bituminosi posti in opera previa spanditura dell'emulsione bituminosa, stesa del materiale e successivo costipamento mediante rullatura, devono essere valutati per ogni metro quadrato e per ogni centimetro di spessore finito.

## **Art. 68 Noleggi**

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

È a carico esclusivo dell'appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

I prezzi di noleggio di meccanismi, in genere si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione del committente, e, cioè, anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro. In ogni altra condizione di cose, si applica il prezzo stabilito per meccanismi in riposo, anche durante il tempo impiegato per scaldare i meccanismi, portandoli a regime.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio e allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro.

## **Art.69 Manodopera**

Gli operai per l'esecuzione dei lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

## **Art.70 Trasporti**

Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia devono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare deve avvenire, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

### **Art.71 Opere a verde**

#### *40 Buche e fossi per la messa a dimora di piante*

Le buche e i fossi per la messa a dimora di piante devono essere compensati a metro cubo, ivi compreso il trasporto a rifiuto del materiale di risulta.

#### *41 Terre e terricci*

La terra da coltivo per il riempimento delle buche o dei fossi deve essere pagata a metro cubo definitivamente sistemato a dimora.

#### *42 Correttivi e concimi*

I correttivi di sabbia, argilla, ecc. per la normalizzazione fisica dei terreni devono essere compensati a metro cubo definitivamente steso e distribuito.

#### *43 Annaffiamento*

L'annaffiamento delle superfici erbose deve essere pagato a metro quadrato di superficie trattata.

L'annaffiamento delle siepi deve essere compensato a metro lineare di siepe, bordura o filare annaffiato.

L'annaffiamento delle alberature isolate deve essere compensato a numero per ogni pianta annaffiata.

#### *44 Raschiatura*

La raschiatura deve essere pagata a metro quadrato di superficie trattata.

#### *45 Rasatura*

La rasatura di tappeti erbosi deve essere pagata a metro quadrato di superficie trattata.

#### *46 Scerbatura*

La scerbatura deve essere pagata a metro quadrato di superficie trattata.

#### *47 Seminagioni e piantagioni*

Le seminagioni sulle scarpate dei rilevati devono essere valutate a superficie per la proiezione orizzontale delle scarpate stesse, mentre le piantagioni saranno valutate a numero di piantine attecchite.

Nei relativi prezzi, oltre la fornitura dei semi e delle piantine, è compresa la preparazione del terreno e ogni onere necessario per la piantagione. Nelle viminate sono compresi, inoltre, tutti gli oneri e le garanzie per l'attecchimento. La valutazione deve essere fatta per metro quadrato.

#### *48 Prati*

I prati devono essere valutati secondo la superficie effettiva, ovvero secondo eventuali diverse specificazioni dell'elenco prezzi.

#### *49 Alberi e piante erbacee*

Gli alberi e le piante erbacee devono essere compensati a numero secondo la specie impiantata, compreso il primo annaffiamento, l'esecuzione della sconcatura, la potatura, ecc.

#### *50 Pali tutori*

I pali tutori devono essere pagati a numero per ogni palo definitivamente conficcato in opera, ivi comprese le legature necessarie provvisorie e/o definitive.

NOTA BENE MODIFICARE SEMPRE D.Lgs 50/2016 in "codice"

COMUNE DI GENOVA

REPERTORIO N. ....

Appalto fra il Comune di Genova e l'Impresa ..... **SOCIETÀ'** per l' esecuzione dei lavori di completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

**REPUBBLICA ITALIANA**

L'anno duemila....., il giorno ..... del mese di ....., in una delle sale del Palazzo Comunale, posto in Via Garibaldi al civico numero nove

**INNANZI A ME** - .....

**sono comparsi**

**PER UNA PARTE** - il COMUNE DI GENOVA, nella veste di stazione appaltante, con sede in Genova, Via Garibaldi n. 9, Codice Fiscale 00856930102, rappresentato dal ..... nato/a a ..... il .....

e domiciliato/a presso la sede del Comune, nella qualità di Dirigente, in esecuzione della Determinazione Dirigenziale della Direzione ..... - Settore ..... n. .... in data ..... ed esecutiva dal ..... *(inserire provvedimento di aggiudicazione definitiva)*

**E PER L'ALTRA PARTE** - l'impresa ..... **SOCIETÀ'** ....., di seguito per brevità denominata appaltatore ....., con sede in ..... - ....., n. .... - C.A.P. .... - Codice Fiscale e numero di iscrizione al Registro delle Imprese presso la Camera di Commercio Industria Artigianato Agricoltura di ..... n. ...., rappresentata dal ....., nato/a a ..... (.....) il giorno ....., e domiciliato presso la sede dell'Impresa in qualità di .....

*(in alternativa in caso di procura)*

e domiciliato presso la sede dell'appaltatore in qualità di Procuratore Speciale / Generale, munito degli idonei poteri a quanto infra in forza di Procura Speciale / Generale autenticata nella firma dal / a rogito Dott. ...., Notaio in ....., iscritto presso il Collegio dei Distretti Notarili Riuniti di ..... in data ....., Repertorio n. .... - Raccolta n., registrato all'Agenzia delle Entrate di ..... al n. .... Serie ....., che, in copia su supporto informatico conforme all'originale del documento su supporto cartaceo ai sensi dell'articolo 23 del D.Lgs. n. 82/2005, debitamente bollato, si allega sotto la lettera "A" perché ne formi parte integrante e sostanziale;

*(in alternativa in caso di aggiudicazione a un raggruppamento temporaneo d'impres)*

- tale appaltatore....., compare nel presente atto in proprio e in qualità di Capogruppo mandataria del Raggruppamento Temporaneo tra le Imprese:

....., come sopra costituita per una quota di .....

..... con sede in ....., via ..... C.A.P. .... codice fiscale e numero d'iscrizione al Registro delle Imprese presso la Camera di Commercio Industria Artigianato Agricoltura di ..... numero ..... in qualità di mandante per una quota di .....

- tale costituitasi ai sensi della vigente normativa con contratto di mandato collettivo speciale, gratuito, irrevocabile con rappresentanza a Rogito/autenticato nelle firme dal Dottor ..... Notaio in ....., in data ....., Repertorio n. ...., Raccolta n. ...., registrato all'Ufficio di Registro di ..... in data ..... al n. .... - Serie ....., che, in copia su supporto informatico conforme all'originale del documento su supporto cartaceo ai sensi dell'articolo 23 del D.Lgs. n. 82/2005, debitamente bollato, si allega sotto la lettera "A" perché ne formi parte integrante e sostanziale.

Detti comparenti della cui identità personale io Ufficiale Rogante sono certo

## **PREMETTONO**

- che con Determinazione Dirigenziale della Direzione ..... - Settore ..... n. .... in data ....., esecutiva ai sensi di legge, l'Amministrazione Comunale ha stabilito di procedere, mediante esperimento di procedura ....., al conferimento in appalto dell'esecuzione dei lavori per il completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei giardini di Via Casaccia a Genova Oregina per un importo complessivo di **Euro 244.897,96 (Duecentoquarantaquattromilaottocentonovantasette/96)**, di cui: **Euro 11.438,89 (Undicimilaquattrocentotrentotto/89)** per oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza già predeterminati e non soggetti a ribasso ed Euro **15.169,41 (Quindicimilacentosessantanove/41)** per lavori in economia non soggetti a ribasso.

- che la procedura di gara si è regolarmente svolta come riportato nei verbali Cronologico n. .... del ..... e n. .... del .....

- che con Determinazione Dirigenziale della Direzione ..... n. .... adottata in data ....., esecutiva in data ....., il Comune ha aggiudicato definitivamente l'appalto di cui trattasi all'appaltatore..... per il ribasso percentuale offerto, pari al .....% (.....percento), **sull'elenco prezzi posto a base di gara;**

**EVENTUALE** - che il citato provvedimento è divenuto efficace ai sensi dell'art. 32 comma 7 del codice, a seguito della verifica dei prescritti requisiti in capo all'appaltatore medesimo;

**EVENTUALE** - che il Comune di Genova ha chiesto l'informativa prefettizia in data ..... ai sensi dell'art. 91 del D.Lgs. n. 159/2011, nei confronti dell'appaltatore ed in caso di variazioni societarie si procederà a nuova richiesta, ai sensi dell'art. 92 del D.Lgs. n. 159/2011;

- che sono stati compiuti gli adempimenti di cui all'art. 76, comma 5, lettera a), del codice e che sono decorsi almeno trentacinque giorni dall'invio dell'ultima di tali comunicazioni.

Quanto sopra premesso e confermato quale parte integrante del presente atto, le Parti, come sopra costituite, convengono e stipulano quanto segue.

## **TITOLO I - DISPOSIZIONI GENERALI**

### **Articolo 1. Oggetto del contratto.**

1. Il Comune di Genova affida in appalto, all'appaltatore....., che, avendo sottoscritto, in data ....., congiuntamente con il Responsabile del Procedimento apposito verbale con i contenuti di cui all'art. 31 comma 4 lettera e) del codice, accetta senza riserva alcuna, l'esecuzione dei lavori di completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

### **Articolo 2. Capitolato d'Appalto.**

1. L'appalto è conferito e accettato sotto l'osservanza piena, assoluta, inderogabile e inscindibile del presente contratto e dalle previsioni delle tavole grafiche progettuali depositate agli atti del Settore ..... (**inserire settore proponente**) ..... e dal Capitolato Speciale d'Appalto unito alla Determinazione Dirigenziale della Direzione ..... - Settore ..... n. .... in data ....., nonché alle condizioni di cui alla Determinazione Dirigenziale ..... n. .... in data ..... (**inserire estremi provv. aggiud. definitiva**), che qui s'intendono integralmente riportate e trascritte con rinuncia a qualsiasi contraria eccezione avendone preso l'appaltatore piena e completa conoscenza.

### **Articolo 3. Ammontare del contratto.**

1. L'importo contrattuale, al netto dell'I.V.A. e fatta salva la liquidazione finale, ammonta a **Euro** ..... (.....), di cui: **Euro 11.438,89 (Undicimilaquattrocentotrentotto/89)** per oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza già predeterminati e non soggetti a ribasso ed Euro **15.169,41 (Quindicimilacentosessantanove/41)** per lavori in economia non soggetti a ribasso..

2. Il contratto è stipulato interamente "a misura" ai sensi dell'art. 3, lettera eeeee), del codice, per cui i prezzi unitari di cui all'elenco prezzi, integrante il progetto, con l'applicazione del ribasso offerto in sede di gara, costituiscono l'elenco dei prezzi unitari contrattuali.

## **TITOLO II - RAPPORTI TRA LE PARTI**

### **Articolo 4. Termini per l'inizio e l'ultimazione dei lavori.**

1. I lavori devono essere consegnati dal Direttore dei Lavori, previa autorizzazione del Responsabile del Procedimento, entro il termine di giorni **...30..** ***(inserire un termine compreso fra 10 e 45 giorni)*** dall'avvenuta stipula del contratto d'appalto, ovvero prima della stipula del contratto, ricorrendo i presupposti dell'urgenza di cui all'art. 32, comma 8, del codice.

2. Il tempo utile per ultimare tutti i lavori in appalto è fissato in giorni **...120.....** **(Centoventi)** naturali, successivi e continui decorrenti dalla data del verbale di consegna lavori.

***(se consegna avvenuta nelle more della stipula)*** e, si dovranno concludere entro il .....

### **Articolo 5. Penale per i ritardi.**

1. Nel caso di mancato rispetto del termine indicato per l'esecuzione delle opere, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori è applicata una penale pari all'1‰ (uno per mille) dell'importo contrattuale corrispondente a Euro ..... (.....).

2. La penale, con l'applicazione della stessa aliquota di cui al comma 1 e con le modalità previste dal Capitolato Speciale d'Appalto, trova applicazione anche in caso di ritardo nell'inizio dei lavori, nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione.

La misura complessiva della penale non può superare il 10% (diecipercento). In tal caso la Civica Amministrazione ha la facoltà di risolvere il contratto in danno dell'appaltatore.

### **Articolo 6. Sospensioni o riprese dei lavori.**

1. È ammessa la sospensione dei lavori per il tempo necessario a farne cessare le cause, nei casi e nei modi stabiliti dall'articolo 107 del codice.

### **Articolo 7. Direzione di cantiere.**

1. La Direzione del cantiere ai sensi dell'articolo 6 del Decreto del Ministero dei LL.PP. 19 aprile 2000 n. 145 è assunta dal ..... di cui ante, (oppure): dal ....., nato a ....., il giorno ....., in qualità di Direttore Tecnico di cantiere, abilitato secondo le previsioni del Capitolato Speciale in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire.

***(in caso di R.T.I. o CONSORZI inserire capoverso seguente)***

L'assunzione della Direzione di Cantiere da parte del Direttore Tecnico avviene mediante incarico conferito da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.

L'appaltatore s'impegna a comunicare tempestivamente al Comune le eventuali modifiche del nominativo del direttore di cantiere.

2. L'appaltatore, tramite il Direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere da parte di tutte le Imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori. Il direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'appaltatore per indisciplina, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.

3. L'appaltatore medesimo deve osservare le norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, sicurezza, salute, assicurazione e assistenza dei lavoratori.

### **Articolo 8. Invariabilità del corrispettivo.**

1. Non è prevista alcuna revisione dei prezzi e non trova applicazione l'articolo 1664, primo comma, del Codice Civile, salvo quanto disposto dall'articolo 106, comma 1 lettera a), del codice.

### **Articolo 9. Pagamenti in acconto e pagamenti a saldo.**

1. Ai sensi e con le modalità dell'art. 35 comma 18 del codice, è prevista la corresponsione in favore dell'appaltatore di un'anticipazione pari al 20% (venti per cento) calcolato in base al valore stimato dell'appalto, pari ad Euro 45.945,71..... (Euro Quarantacinquemilanoventiquarantacinque/71) ***(calcolata sull'importo dei lavori a base d'asta compresa la sicurezza escluse le economie)***

2. All'appaltatore..... saranno corrisposti pagamenti in acconto in ragione dell'effettivo andamento dei lavori ogni .....30..... (...Trenta...) giorni, qualunque ne sia il loro ammontare, con le modalità di cui all'art. 194 del d.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207, al netto della ritenuta dello 0,50% di cui all'articolo 30 comma 5 del codice. La persona abilitata a sottoscrivere i documenti contabili é il/la .....

L'appaltatore è obbligato a emettere fattura elettronica; in caso di mancato adempimento a tale obbligo il Comune di Genova non potrà liquidare i corrispettivi dovuti e rigetterà le fatture elettroniche pervenute qualora non contengano i seguenti dati: il numero d'ordine qualora indicato dalla Civica Amministrazione, il numero di C.I.G. (C.U.P. se previsto) e il codice IPA che verrà prontamente comunicato dalla stessa Civica Amministrazione.

Quest'ultimo codice potrà essere modificato in corso di esecuzione del contratto, l'eventuale modifica verrà prontamente comunicata al fornitore via PEC.

Le parti stabiliscono che i pagamenti relativi dovranno essere effettuati dal Comune entro i termini di:

- 45 giorni dalla maturazione dello stato di avanzamento per l'emissione del certificato di pagamento;

- 30 giorni dall'emissione del certificato di pagamento per l'ordine di pagamento.

Ciascun pagamento sia nei confronti dell'appaltatore che degli eventuali subappaltatori, sarà subordinato alla verifica della regolarità del Documento Unico di Regolarità Contributiva (D.U.R.C.).

In caso inadempienza contributiva e/o di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente dell'esecutore o del subappaltatore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, si applicano le disposizioni di cui all'articolo 30, commi 5 e 6 del codice.

La stazione appaltante corrisponde direttamente al subappaltatore, l'importo dovuto per le prestazioni dallo stesso eseguite nei casi previsti dall'art. 105 comma 13 del codice, con le stesse modalità sopra riportate relative ai pagamenti dell'appaltatore.

Qualora i lavori rimangano sospesi per un periodo superiore a 45 (quarantacinque) giorni per cause non dipendenti dall'appaltatore e comunque non imputabili al medesimo, l'appaltatore può chiedere ed ottenere che si provveda alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento.

Al termine dei lavori, entro 45 giorni dopo la redazione del Certificato di ultimazione dei lavori, il Direttore dei Lavori compilerà lo stato finale con le modalità di cui all'art. 200 del d.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207

Il certificato di pagamento relativo alla rata di saldo, sarà rilasciato dal RUP all'esito positivo del collaudo ai sensi dell'art. 102 comma 4 del codice.

Il pagamento della rata di saldo è comunque subordinato alla costituzione di una cauzione o garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa ai sensi dell'art 103 comma 6 del codice.

Nel caso di pagamenti di importo superiore a diecimila EURO, il Comune, prima di effettuare il pagamento a favore del beneficiario, provvederà a una specifica verifica, ai sensi di quanto disposto dall'art. 4 del D.M.E. e F. n. 40 del 18 gennaio 2008.

3. Ai sensi e per gli effetti del comma 5 dell'articolo 3 della Legge n. 136/2010 e s.m.i. il C.U.P. dell'intervento é B..... e il C.I.G. attribuito alla gara é .....

**(in caso di raggruppamento temporaneo)**

Relativamente all'Impresa Capogruppo i pagamenti saranno effettuati mediante l'emissione di bonifico bancario presso l'Istituto bancario "Banca ....." - Agenzia n. .... di ..... - Codice IBAN IT ....., dedicato anche in via non esclusiva alle commesse pubbliche, ai sensi del comma 1 dell'art. 3 della Legge n. 136/2010 e s.m.i. .

Le persone titolari o delegate a operare sul suddetto conto bancario sono il/la ..... stesso - Codice Fiscale ..... e il/la ..... nata a ..... il giorno ..... - Codice Fiscale .....

Relativamente all'Impresa Mandante i pagamenti saranno effettuati mediante l'emissione di bonifico bancario presso l'Istituto bancario "Banca ..... " - Agenzia n. .... di ..... - Codice IBAN IT ..... dedicato anche in via non esclusiva alle commesse pubbliche, ai sensi del comma 1 dell'articolo 3 della Legge n. 136/2010 e s.m.i. .

Le persone titolari o delegate a operare sul suddetto conto bancario sono il/la ..... stesso - Codice Fiscale ..... e il/la ..... nata a ..... il giorno ..... - Codice Fiscale .....

**(in caso di impresa singola)**

I pagamenti saranno effettuati mediante l'emissione di bonifico bancario presso l'Istituto bancario "Banca ..... " - Agenzia n. .... di ..... - Codice IBAN IT ..... dedicato anche in via non esclusiva alle commesse pubbliche, ai sensi del comma 1 dell'articolo 3 della Legge n. 136/2010 e s.m.i. .

Le/La persone/persona titolari/titolare o delegate/delegata a operare sul suddetto conto bancario sono/è il/la ..... stesso - Codice Fiscale ..... e il/la ..... nata a ..... il giorno ..... - Codice Fiscale .....

**segue sempre**

Tutti i movimenti finanziari relativi al presente appalto devono essere registrati sui conti correnti dedicati anche in via non esclusiva e, salvo quanto previsto al comma 3 dell'art. 3 della Legge n. 136/2010 e s.m.i., devono essere effettuati esclusivamente tramite lo strumento del bonifico bancario o postale o con altri strumenti di incasso o di pagamento idonei a garantire la piena tracciabilità delle operazioni. In particolare i pagamenti destinati ai dipendenti, consulenti e fornitori di beni e servizi rientranti tra le spese generali, nonché quelli destinati all'acquisto di immobilizzazioni tecniche devono essere eseguiti tramite conto corrente dedicato anche in via non esclusiva alle commesse pubbliche, per il totale dovuto, anche se non riferibile in via esclusiva alla realizzazione degli interventi.

L'appaltatore medesimo si impegna a comunicare, ai sensi del comma 7 dell'art. 3 della Legge n. 136/2010 e s.m.i., entro sette giorni, al Comune eventuali modifiche degli estremi indicati e si assume espressamente tutti gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari previsti e derivanti dall'applicazione della Legge n. 136/2010 e s.m.i..

***(Se appalto finanziato con mutuo cassa depositi e prestiti inserire) Il calcolo del tempo contrattuale per la decorrenza degli interessi di ritardato pagamento non tiene conto dei giorni intercorrenti tra la spedizione delle domande di somministrazione e la ricezione del relativo mandato di pagamento presso la competente sezione di Tesoreria Provinciale.***

L'articolo 106 comma 13 del Codice, regola la cessione di crediti. In ogni caso la Civica Amministrazione potrà opporre al cessionario tutte le eccezioni opponibili al cedente in base al presente contratto.

**Articolo 10. Regolare esecuzione e collaudo, gratuita manutenzione. (in materia di collaudo per adesso è vivo l'art. 215 del 207 che richiama il 141 comma 3 del 163 da cui si evince che per i lavori inferiori ai 500.000 obbligo CRE da 500.000 a 1.000.000 facoltà)**

1. Le Parti stabiliscono che l'accertamento della regolare esecuzione dei lavori nei modi e nei termini di cui all'art. 102 del codice, secondo le prescrizioni tecniche prestabilite e in conformità al presente contratto, avviene con l'emissione del certificato di regolare esecuzione da parte del Direttore Lavori, entro sei mesi dall'ultimazione dei lavori.

**Articolo 11. Risoluzione del contratto e recesso della stazione appaltante.**

Il Comune procederà alla risoluzione del contratto, nei casi individuati dall'art. 108 del codice.

Costituiscono comunque causa di risoluzione:

grave negligenza e/o frode nell'esecuzione dei lavori;

inadempimento alle disposizioni del Direttore dei Lavori, pregiudizievole, del rispetto dei termini di esecuzione del contratto;

manifesta incapacità o inidoneità nell'esecuzione dei lavori;

sospensione o rallentamento dei lavori, senza giustificato motivo, in misura tale da pregiudicare la realizzazione dei lavori stessi nei termini previsti dal contratto;

subappalto non autorizzato, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto;

non rispondenza dei beni forniti alle specifiche di contratto e allo scopo dell'opera, in misura tale da pregiudicare la funzionalità dell'opera;

proposta motivata del coordinatore per la sicurezza nella fase esecutiva ai sensi dell'art. 92, comma 1, lettera e), del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81;

impiego di manodopera con modalità irregolari o ricorso a forme di intermediazione abusiva per il reclutamento della manodopera;

inadempimento da parte dell'appaltatore, subappaltatore o subcontraente degli obblighi di tracciabilità finanziaria di cui alla Legge n. 136/2010;

in caso di esito interdittivo delle informative antimafia emesse dalla Prefettura per l'aggiudicatario provvisorio o il contraente;

in caso d'inosservanza degli impegni di comunicazione alla Committenza per il successivo inoltro alla Prefettura di ogni illecita richiesta di danaro, prestazione o altra utilità nonché offerta di protezione o ogni illecita interferenza avanzata prima della gara e/o dell'affidamento ovvero nel corso dell'esecuzione dei lavori nei confronti di un proprio rappresentante, agente o dipendente, delle imprese subappaltatrici e di ogni altro soggetto che intervenga a qualsiasi titolo nella realizzazione dell'intervento e di cui lo stesso venga a conoscenza;

**(Solo in caso che l'appalto sia soggetto a protocollo di legalità SUAC- procedure "aperte"/"ristrette")**

in caso d'inosservanza degli impegni di comunicazione alla Prefettura, ai fini delle necessarie verifiche, dei dati relativi alle società e alle imprese, anche con riferimento agli assetti societari, di cui intende avvalersi nell'affidamento dei servizi di seguito elencati:

trasporto di materiale a discarica,

trasporto e/o smaltimento rifiuti,

fornitura e/o trasporto di terra e/o di materiali inerti e/o di calcestruzzo e/o di bitume,

acquisizioni dirette e indirette di materiale di cava per inerti e di materiale di cava a prestito per movimento terra,

fornitura di ferro lavorato,

noli a freddo di macchinari, fornitura con posa in opera e noli a caldo (qualora gli stessi non debbano essere assimilati al subappalto ai sensi dell'art.105 del codice),

servizio di autotrasporto,

guardianaggio di cantiere,

alloggiamento e vitto delle maestranze.

Fatto salvo, nei casi di risoluzione, il diritto all'escussione della garanzia prestata dall'appaltatore ai sensi dell'art.103 del codice, l'appaltatore è sempre tenuto al risarcimento dei danni a lui imputabili. Ai sensi e con le modalità di cui all'art. 109 del codice, il Comune ha il diritto di recedere in qualunque tempo dal contratto, previo il pagamento dei lavori eseguiti, nonché del valore dei materiali utili esistenti in cantiere e del decimo dell'importo delle opere non eseguite, calcolato sulla base del comma 2 del predetto articolo.

### **Articolo 12. Controversie.**

1. Qualora siano iscritte riserve sui documenti contabili, trova applicazione l'art. 205 del codice in tema di accordo bonario.

2. In ottemperanza all'art. 205 comma 2 del codice , prima dell'approvazione del certificato di collaudo ovvero CRE, qualunque sia l'importo delle riserve, il RUP attiva l'accordo bonario per la risoluzione delle riserve iscritte.

Tutte le controversie conseguenti al mancato raggiungimento dell'accordo bonario di cui l'art. 205 del codice, saranno devolute all'Autorità Giudiziaria competente - Foro esclusivo di Genova.

### **TITOLO III - ADEMPIMENTI CONTRATTUALI SPECIALI**

**Articolo 13. Adempimenti in materia antimafia e applicazione della Convenzione S.U.A. sottoscritto tra Comune di Genova e Prefettura U.T.G. di Genova in data 18 settembre 2012 e prorogata in ultimo in data 23 dicembre 2015.**

1. L'appaltatore ha dichiarato di non trovarsi in situazioni di controllo o di collegamento con altri concorrenti o in una qualsiasi relazione, anche di fatto, che abbia comportato che le offerte siano imputabili a un unico centro decisionale e di non essersi accordato o di non accordarsi con altri partecipanti alla gara.

2.L'appaltatore s'impegna a denunciare ogni illecita richiesta di denaro, prestazione o altra utilità a essa formulata prima della gara o nel corso dell'esecuzione dei lavori, anche attraverso suoi agenti, rappresentanti o dipendenti e comunque ogni illecita interferenza nelle procedure di aggiudicazione o nella fase di esecuzione dei lavori.

3. L'appaltatore assume l'obbligo di effettuare le comunicazioni alla Prefettura di ogni illecita richiesta di danaro, prestazione o altra utilità nonché offerta di protezione o ogni illecita interferenza avanzata prima della gara e/o dell'affidamento ovvero nel corso dell'esecuzione dei lavori nei confronti di un proprio rappresentante, agente o dipendente, delle imprese subappaltatrici e di ogni altro soggetto che intervenga a qualsiasi titolo nella realizzazione dell'intervento e di cui lo stesso venga a conoscenza.

### **Articolo 14. Sicurezza e salute dei lavoratori nel cantiere.**

1. L'appaltatore..... ha depositato presso la stazione appaltante:

a) il documento di valutazione dei rischi di cui all'art. 17, comma 1, lettera a), del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, redatto secondo le prescrizioni di cui all'articolo 28 del medesimo Decreto;

b) un proprio piano operativo di sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relativa responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, quale piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento di cui al successivo capoverso.

La stazione appaltante ha messo a disposizione il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'art. 100 del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, predisposto dal ..... in data ....., del quale l'appaltatore, avendone sottoscritto per accettazione l'integrale contenuto, assume ogni onere e obbligo. Quest'ultima ha facoltà altresì di redigerne eventuali integrazioni ai sensi di legge e in ottemperanza all'art. ....del Capitolato Speciale d'Appalto.

2. Il piano di sicurezza e di coordinamento di cui al precedente capoverso, il piano operativo di sicurezza di cui alla lettera b), formano parte integrante e sostanziale del presente contratto d'appalto, pur non essendo allo stesso materialmente allegati, ma sono depositati agli atti.

### **Articolo 15. Subappalto.**

1. Il contratto non può essere ceduto, a pena di nullità.

2. I lavori che l'appaltatore..... ha indicato in sede di offerta di subappaltare, nel rispetto dell'art. 105 del codice, riguardano le seguenti attività: ..... facenti parte della Categoria prevalente (OG.....) e i lavori appartenenti alle Categorie .....

### **Articolo 16. Garanzia fidejussoria a titolo di cauzione definitiva.**

1. A garanzia degli impegni assunti con il presente contratto o previsti negli atti da questo richiamati, l'appaltatore..... ha prestato apposita garanzia fidejussoria (cauzione definitiva) mediante polizza fidejussoria rilasciata dalla Compagnia "....." - Agenzia di ..... Cod. .... - numero ..... emessa in data ..... per l'importo di Euro .....

(.....), pari al .....% (**INSERIRE percentuale esatta del conteggio della cauzione**) (.....per cento) dell'importo del presente contratto, **EVENTUALE** ridotto nella misura del .....% ai sensi degli art. 103 e 93 comma 7 del codice, avente validità fino al ..... e comunque fino alla data di emissione del certificato di collaudo e in ogni caso fino al decorso di 12 (dodici) mesi dalla data di ultimazione lavori risultante dal relativo certificato, con previsione di proroghe semestrali / annuali .

2. La garanzia deve essere integrata ogni volta che la stazione appaltante abbia proceduto alla sua escussione, anche parziale, ai sensi del presente contratto.

#### **Articolo 17. Responsabilità verso terzi e assicurazione.**

1. L'appaltatore..... assume la responsabilità di danni arrecati a persone e cose in conseguenza dell'esecuzione dei lavori e delle attività connesse, nonché a quelli che essa dovesse arrecare a terzi, sollevando il Comune di Genova da ogni responsabilità al riguardo.

2. Ai sensi e per gli effetti dell'art. 103 comma 7 del codice, l'appaltatore **s'impegna a stipulare / ha stipulato** polizza assicurativa **che tenga / per tenere** indenne il Comune dai rischi derivanti dall'esecuzione dei lavori a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, con una somma assicurata pari a Euro ..... (.....) (**inserire importo contrattuale**) e che preveda una garanzia per responsabilità civile verso terzi per un massimale di Euro 500.000,00 (cinquecentomila/00).

Detta polizza **viene / è stata** emessa in applicazione dello schema tipo 2.3 di cui al D.M. 12 marzo 2004 n. 123. Qualora per il mancato rispetto anche di una sola delle condizioni di cui all'art. 2, lettere c) ed e), ed articolo 10, lettere a) e c) del suddetto schema contrattuale, la garanzia della polizza assicurativa per i danni da esecuzione non sia operante, l'appaltatore sarà direttamente responsabile nei confronti del Comune per i danni da questo subiti in dipendenza dell'esecuzione del contratto d'appalto.

#### **TITOLO IV - DISPOSIZIONI FINALI**

##### **Articolo 18. Documenti che fanno parte del contratto.**

1. Fanno parte integrante del presente contratto, sebbene non allegati in quanto non materialmente e fisicamente uniti al medesimo, ma depositati agli atti del Comune di Genova, avendone comunque le Parti preso diretta conoscenza e accettandoli integralmente, i seguenti documenti:

- il Capitolato Generale d'Appalto approvato con D.M. 19 aprile 2000 n. 145 per quanto ancora vigente;
- tutti gli elaborati grafici progettuali elencati all'art. ...6..... del Capitolato Speciale d'Appalto;
- l'elenco dei prezzi unitari individuato ai sensi dell'art. 3 del presente contratto;
- il piano di sicurezza previsto dall'art. 14 del presente contratto;
- la Convenzione S.U.A. sottoscritta tra il Comune di Genova e la prefettura UTG di Genova in data 18 settembre 2012 e prorogata in ultimo in data 23 dicembre 2015.

##### **Articolo 19. Elezione del domicilio.**

Ai sensi dell'art. 2 comma 1 del D.M. n. 145/2000 l'appaltatore..... elegge domicilio in Genova presso:

- gli uffici comunali
- altro

##### **Articolo 22. Spese di contratto, imposte, tasse e trattamento fiscale.**

1. Tutte le spese alle quali darà luogo il presente atto, inerenti e conseguenti (imposte, tasse, diritti di segreteria ecc.), comprese quelle occorse per la procedura di gara svoltasi nei giorni ..... in prima seduta e ..... (**eventuale... in seconda seduta**) sono a carico dell'appaltatore....., che, come sopra costituita, vi si obbliga.

2. Sono altresì a carico dell'appaltatore tutte le spese di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dal giorno della consegna a quello della data di emissione del certificato di regolare esecuzione.

3. Ai fini fiscali si dichiara che i lavori di cui al presente contratto sono soggetti all'imposta sul valore aggiunto, per cui si richiede la registrazione in misura fissa ai sensi dell'art. 40 del D.P.R. 26 aprile 1986 n. 131.

4. L'imposta sul valore aggiunto, alle aliquote di legge, è a carico della stazione appaltante.

5. Tutti gli allegati in formato digitale al presente atto o i documenti richiamati in quanto depositati presso gli Uffici comunali, sono da intendersi quale parte integrante e sostanziale di esso e, le Parti, avendone piena conoscenza, col mio consenso, mi dispensano di darne lettura.

Richiesto io, Ufficiale Rogante del Comune ho ricevuto il presente atto che consta in numero ..... pagine da me redatto su supporto informatico non modificabile e letto, mediante l'uso e il controllo personale degli strumenti informatici, alle Parti comparenti, le quali lo approvano e sottoscrivono in mia presenza mediante apposizione di firma elettronica (acquisizione digitale di sottoscrizione autografa).

Dopo di che io Ufficiale Rogante ho apposto la mia firma digitale alla presenza delle Parti.

Per il Comune di Genova

Per l'appaltatore

Dott ..... Ufficiale Rogante

(atto sottoscritto digitalmente)

---

02	08/2016	SECONDA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
01	11/2015	PRIMA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

# COMUNE DI GENOVA



## AREA TECNICA

Direttore Generale Area Arch. Laura PETACCHI

## DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

Direttore Arch. Mirco GRASSI

## STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA

Responsabile Geol. Giorgio GRASSANO

Committente PARCHI E VERDE - OPERE PUBBLICHE 3

Progetto 11.01.00

CAPO PROGETTO Geol. Giuseppe CAGGIA

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO

Arch. Ines MARASSO

### Progetto GEOTECNICO - IDROGEOLOGICO

Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Geol. Giuseppe Caggia  
Geol. Antonietta Franzè  
Geom. Enrico Ballarino

### Rilievi

Responsabile F.D.T. Geom. Ivano Bareggi  
 Collaboratori F.S.T. Geom. Bartolomeo Caviglia  
I.S.T. Dott. Matteo Previtera

### Progetto IDRAULICO

Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Ing. Marianna Reggio

Coordinatore per la Sicurezza (in fase di Progettazione)

I.S.T. Geom. Marco Terenzio

### Progetto STRUTTURALE

Responsabile ---  
 Collaboratori ---

Verifica accessibilità

### Computi metrici e Capitolato

F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Altro (Progetto prevenzione incendi)

Altro (Progetto aspetti vegetazionali)

### Intervento/Opera

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S.Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina

Municipio Centro Est

I

Quartiere Oregina

11

N° prog. tav.

N° tot. tav.

### Oggetto della tavola

Quadro Economico

Scala

Data

Agosto 2016

Tavola N°

**Da08**  
**E-G\_Tec**

Livello Progettazione

ESECUTIVO

GEOTECNICO

Codice GULP 13937

Codice PROGETTAZIONE 11.01.00

Codice OPERA

Codice ARCHIVIO

<b>QUADRO ECONOMICO</b>		
LIVELLO DI PROGETTAZIONE:		ESECUTIVO
OGGETTO :	Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei giardini di Via Casaccia a Genova Oregina	
G.U.L.P.:		
13937		
Responsabile del procedimento:	Arch. Ines MARASSO	
Durata presunta dei lavori <i>[giorni naturali e consecutivi]</i> :		120 gg.
<b>IMPORTO LAVORI</b>		<b>Euro</b>
A) LAVORI A MISURA <i>[soggetti a ribasso]:</i>		218.289,66
B) Spese per attuazione piano di sicurezza <i>[non soggetti a ribasso]:</i>		11.438,89
C) LAVORI IN ECONOMIA <i>[non soggetti a ribasso]</i>		15.169,41
IMPORTO dei lavori da appaltare [A+B+C]		<b>244.897,96</b>
<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELL' AMMINISTRAZIONE</b>		<b>Euro</b>
1) Spese Tecniche (rilascio CIG, incarichi professionali, per attività tecnico-amministrativa connesse alla progettazione, di supporto al R.U.P., e di verifica e validazione ) <i>[IVA compresa]</i>		25.000,00
2) Imprevisti <i>[IVA compresa]</i>		1.938,77
3) Incentivo ex art.113, D.lgs. N. 50/2016	1,50%	3.673,47
4) IVA sui lavori all' aliquota del 10%	10,00%	24.489,80
IMPORTO somme a disposizione [1÷4]		<b>55.102,04</b>
		<b>Euro</b>
<b>IMPORTO TOTALE DEL PROGETTO</b>		<b>300.000,00</b>

IL TECNICO:

(geom.Marco Terenzio)

01	11/2015	PRIMA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

# COMUNE DI GENOVA



## AREA TECNICA

Direttore Generale Area Arch. Laura PETACCHI

## DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

Direttore Arch. Mirco GRASSI

## STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA

Responsabile Geol. Giorgio GRASSANO

Committente PARCHI E VERDE - OPERE PUBBLICHE 3

Progetto 11.01.00

CAPO PROGETTO Geol. Giuseppe CAGGIA

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO Arch. Ines MARASSO

Progetto GEOTECNICO - IDROGEOLOGICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Geol. Giuseppe Caggia  
Geol. Antonietta Franzè  
Geom. Enrico Ballarino

Rilievi  
 Responsabile F.D.T. Geom. Ivano Bareggi  
 Collaboratori F.S.T. Geom. Bartolomeo Caviglia  
I.S.T. Dott. Matteo Previtiera

Progetto IDRAULICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Ing. Marianna Reggio

Coordinatore per la Sicurezza (in fase di Progettazione) I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Progetto STRUTTURALE  
 Responsabile ---  
 Collaboratori ---

Verifica accessibilità

Computi metrici e Capitolato F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Altro (Progetto prevenzione incendi)

Altro (Progetto aspetti vegetazionali)

Intervento/Opera  
 Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S.Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina

Municipio Centro Est I

Quartiere Oregina 11

N° prog. tav. N° tot. tav.

Oggetto della tavola  
 Piano di Sicurezza e Coordinamento

Scala Data  
 Novembre 2015

Livello Progettazione ESECUTIVO GEOTECNICO

Codice GULP 13937 Codice PROGETTAZIONE 11.01.00 Codice OPERA Codice ARCHIVIO

Tavola N°  
**Da01**  
**E-G\_Tec**

# **PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO**

(Allegato XV e art. 100 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.)  
(D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106)

**OGGETTO:** Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S. Ugo in  
corrispondenza dei giardini di Via Casaccia a Genova Oregina  
**COMMITTENTE:** Comune di Genova.  
**CANTIERE:** Via Casaccia, s.n.c., Genova (GE)

Genova, 19/04/2016

## **IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA**

\_\_\_\_\_  
(Geometra Terenzio Marco)

*per presa visione*

## **IL COMMITTENTE**

\_\_\_\_\_  
(Direttore Area Tecnica Petacchi Laura )

### **Geometra Terenzio Marco**

Via di Francia, 3  
16149 Genova (GE)  
Tel.: 010.5573222 - Fax: \$EMPTY\_CSP\_10\$  
E-Mail: mterenzio@comune.genova.it

# LAVORO

(punto 2.1.2, lettera a, punto 1, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

## CARATTERISTICHE GENERALI DELL'OPERA:

OGGETTO: **Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S. Ugo in corrispondenza dei giardini di Via Casaccia a Genova Oregina**

Importo presunto dei Lavori: **218' 289,62 euro**

## Dati del CANTIERE:

Indirizzo **Via Casaccia, s.n.c.**  
CAP: **16135**  
Città: **Genova (GE)**

# COMMITTENTI

## DATI COMMITTENTE:

Ragione sociale: **Comune di Genova**  
Indirizzo: **Via Garibaldi, 9**  
CAP: **16124**  
Città: **Genova (GE)**  
Telefono / Fax: **010.557111**

## nella Persona di:

Nome e Cognome: **Laura Petacchi**  
Qualifica: **Direttore Area Tecnica**  
Indirizzo: **Via Garibaldi,9**  
CAP: **16124**  
Città: **Genova (GE)**

# RESPONSABILI

(punto 2.1.2, lettera b, punto 1, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

## Progettista:

Nome e Cognome: **Giorgio Grassano**  
Qualifica: **Geologo - Capo Progetto**  
Indirizzo: **Via di Francia,3**  
CAP: **16149**  
Città: **Genova (GE)**  
Telefono / Fax: **010.5573348 010.5573430**  
Indirizzo e-mail: **ggrassano@comune.genova.it**

## Responsabile dei Lavori:

Nome e Cognome: **Ines Marasso**  
Qualifica: **Architetto**  
Indirizzo: **Via di Francia, 3**  
CAP: **16149**  
Città: **Genova (GE)**  
Telefono / Fax: **0105573800 0105574941**  
Indirizzo e-mail: **imarasso@comune.genova.it**

## Coordinatore Sicurezza in fase di progettazione:

Nome e Cognome: **Marco Terenzio**  
Qualifica: **Geometra**  
Indirizzo: **Via di Francia, 3**  
CAP: **16149**  
Città: **Genova (GE)**  
Telefono / Fax: **010.5573222**  
Indirizzo e-mail: **mterenzio@comune.genova.it**

# **IMPRESE**

(punto 2.1.2, lettera b, punto 1, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

# DOCUMENTAZIONE

Ai sensi della vigente normativa le imprese che opereranno in cantiere dovranno custodire presso gli uffici di cantiere la seguente documentazione:

- Notifica preliminare (inviata alla A.S.L. e alla D. P.L. dal committente e consegnata all' impresa esecutrice che deve affiggere in cantiere - art. 99, D.lgs n. 81/2008);
- Piano di sicurezza e di coordinamento;
- Fascicolo con le caratteristiche dell' opera;
- Piano Operativo di Sicurezza di ciascuna delle imprese operanti in cantiere e gli eventuali relativi aggiornamenti;
- Titolo abilitativo alla esecuzione dei lavori;
- Copia del certificato di iscrizione alla Camera di Commercio Industria e Artigianato per ciascuna delle imprese operanti in cantiere;
- D.U.R.C.;
- **Certificato di iscrizione alla Cassa Edile per ciascuna delle imprese operanti in cantiere;**
- **Copia del registro degli infortuni per ciascuna delle imprese operanti in cantiere;**
- **Copia del Libro Unico del Lavoro per ciascuna delle imprese operanti in cantiere;**
- **Verbali di ispezioni effettuate dai funzionari degli enti di controllo che abbiano titolo in materia di ispezioni dei cantieri (A.S.L., Ispettorato del Lavoro, INAIL (ex ISPEL), Vigili del fuoco, ecc.);**
- **Registro delle visite mediche periodiche e idoneità alla mansione;**
- **Certificati di idoneità per lavoratori minorenni;**
- **Tesserini di vaccinazione antitetanica.**

**Inoltre ove applicabile, dovrà essere conservata negli uffici del cantiere anche la seguente documentazione:**

- **Contratto di appalto (contratto con ciascuna impresa esecutrice e subappaltatrice);**
- **Autorizzazione per eventuale occupazione di suolo pubblico;**
- **Autorizzazioni degli enti competenti per i lavori stradali (eventuali);**
- **Autorizzazioni o nulla osta eventuali degli enti di tutela (Soprintendenza ai Beni Architettonici e Ambientali, Soprintendenza archeologica, assessorato regionale ai Beni Ambientali, ecc.);**
- **Segnalazione all' esercente l' energia elettrica per lavori effettuati in prossimità di parti attive;**
- **Denuncia di installazione all' INAIL (ex ISPEL) degli apparecchi di sollevamento di portata superiore a 200 kg con dichiarazione conformità a marchio CE;**
- **Denuncia all'organo di vigilanza dello spostamento degli apparecchi di sollevamento di portata superiore a 200 kg;**
- **Richiesta di visita periodica annuale all' organo di vigilanza degli apparecchi di sollevamento non manuali di portata superiore a 200 kg;**
- **Documentazione relativa agli apparecchi di sollevamento con capacità superiore ai 200 kg completi di verbali di verifica periodica;**
- **Verifica trimestrale delle funi, delle catene incluse quelle per l'imbracatura e dei ganci metallici riportata sul libretto di omologazione degli apparecchi di sollevamento;**
- **Piano di interferenza delle gru in caso di interferenza;**
- **Libretto d'uso e manutenzione delle macchine e attrezzature presenti in cantiere;**
- **Dichiarazione di conformità delle macchine CE;**
- **Libretto matricolare dei recipienti a pressione, completi dei verbali di verifica periodica;**
- **Copia di autorizzazione ministeriale all'uso dei ponteggi e copia della relazione tecnica del fabbricante per i ponteggi metallici fissi;**
- **Piano di montaggio, trasformazione, uso e smontaggio (Pi.M.U.S.) per i ponteggi metallici fissi;**
- **Progetto e disegno esecutivo del ponteggio, se alto più di 20 m o non realizzato secondo lo schema tipo riportato in autorizzazione ministeriale;**
- **Dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico da parte dell'installatore;**
- **Dichiarazione di conformità dei quadri elettrici da parte dell'installatore;**
- **Dichiarazione di conformità dell'impianto di messa a terra, effettuata dalla ditta abilitata, prima della messa in esercizio;**
- **Dichiarazione di conformità dell'impianto di protezione dalle scariche atmosferiche, effettuata dalla ditta abilitata;**
- **Denuncia impianto di messa a terra e impianto di protezione contro le scariche atmosferiche (ai sensi del D.P.R. 462/2001);**
- **Comunicazione agli organi di vigilanza della "dichiarazione di conformità " dell'impianto di protezione dalle scariche atmosferiche.**

Numeri di Telefono ed indirizzi utili

Emergenza Sanitaria:	tel. 118
Ospedale San Martino Largo Rosanna Benzi,10 - 16132 Genova (GE)	tel. 010-5551
Ospedale Galliera Via delle Cappuccine,14 16128 Genova	tel. 010-56321
Carabinieri pronto intervento:	tel. 112 Numero Unico Emergenza
Polizia Municipale Sezione Oregina/Lagaccio pmoregina@comune.genova.it Via Ambrogio Spinola 4 B canc. 16135 Genova (GE)	tel. 010.5577701 E-mail:
Servizio pubblico di emergenza Polizia:	tel. 113
Comando Vvf chiamate per soccorso: Comando Vvf Via Ronchi,20 - 16155 Genova (GE)	tel. 115 tel. 010.6987450
Corpo Forestale dello Stato: Comando Via XX Settembre, 28 - 16121 Genova (GE)	tel. 1515 tel. 010.5956101
Municipio I Centro Est Via delle Fontane,2 16126 Genova (GE)	tel. 010-5574563 Fax 010-5574764 E-mail: municipio1segnalazioni@comune.genova.it
Genova Reti Gas - Pronto intervento GAS:	tel. 800-010020
ENEL energia elettrica - Segnalazione Guasti:	tel. 803-500
Mediterranea delle Acque - Segnalazione Guasti:	tel. 800-010080
A.S.Ter -Pronto Intervento:	tel. 800-523188

## **DESCRIZIONE DEL CONTESTO IN CUI È COLLOCATA L'AREA DEL CANTIERE**

(punto 2.1.2, lettera a, punto 2, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

L'area in oggetto è ubicata all'interno del centro abitato di Genova, in località Oregina, e risulta compresa tra quota 151,00 m circa di Via Paleocapa e quota 166 circa di Via Casaccia.

# DESCRIZIONE SINTETICA DELL'OPERA

(punto 2.1.2, lettera a, punto 3, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

A seguito dei recenti intensi eventi alluvionali, la zona in oggetto è stata soggetta a fenomeni franosi del piccolo versante naturale che si trova tra via Casaccia e via Paleocapa. Con somme urgenze il Comune di Genova era già intervenuto con la realizzazione di due palificate poste a quota diversa. Alla base del versante ' vi è un accesso per la manutenzione della tombinatura del rio S. Ugo. La quasi assente regimazione delle acque superficiali che arrivano da monte, con l'ultimo evento alluvionale le acque si sono riversate sul versante con una certa velocità, saturando il terreno e causando il cedimento dello stesso. Il progetto consta nel ripristino del versante e nella sistemazione dello stesso con la realizzazione di un giardino a verde pubblico con particolare riguardo alla regimazione delle acque. Questo intervento si realizzerà impiegando la tecnica dell'ingegneria naturalistica delle terre rinforzate, che sono uno strumento costruttivo geotecnico molto utilizzato nella realizzazione di rilevati in terra per opere di contenimento di sottoscarpa e controripa in ambito stradale o di versante. Il concetto fondamentale che sta alla base di questa tecnica costruttiva è quello di inserire un rinforzo con elevate caratteristiche di resistenza e rigidità che consenta di migliorare la resistenza al taglio disponibile nell'ammasso terreno/struttura; elevando sensibilmente le caratteristiche resistenti, rispetto a quanto posseduto dal solo terreno, permettendo la realizzazione di rilevati in terra ad alto angolo.

La profilatura del versante verrà dunque realizzato attraverso una serie di gradoni, che permetteranno inoltre di creare un percorso "nel verde" con l'installazione di giochi per bambini, panchine e tavolini.

A questo intervento sarà associato un'adeguata regimazione delle acque superficiali, con la realizzazione di canalette e griglie che favoriranno la raccolta e il deflusso delle stesse. Inoltre a tergo dei gradoni delle terre rinforzate, verrà installato un pannello tipo Gabbiodren per drenare il terreno sottosuperficiale per evitare l'aumento delle pressioni interstiziali.

Inoltre si interverrà sul versante di sinistra realizzando un accesso in sterrato ad anello che porterà a delle aree di sosta attrezzate per riqualificare la zona.

Durata ed entità previste per le lavorazioni

Durata prevista dei lavori: 120 gg. naturali e consecutivi

Entità prevista per le lavorazioni:

- Importo complessivo dei lavori: Euro 218.289,62
- Incidenza della Manodopera: 37,42%
- Importo della Manodopera: Euro 87.926,38
- Costo medio orario della Manodopera: Euro 34,98 x 8 h.= Euro 279,84 giornaliero
- Importo della Manodopera/ costo giornaliero Manodopera = Euro 87.926,38 / 279,84 Euro/g. = 315 U/gg.

# AREA DEL CANTIERE

## Individuazione, analisi e valutazione dei rischi concreti

(punto 2.1.2, lettera c, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

## Scelte progettuali ed organizzative, procedure, misure preventive e protettive

(punto 2.1.2, lettera d, punto 1, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

Fattori esterni che comportano rischi per il cantiere: dovuti principalmente alla viabilità veicolare che può interferire con i mezzi di cantiere così come per le maestranze. Quali misure preventive verrà posizionata adeguata segnaletica di cantiere, nonché recinzioni e adoperando dei movieri.

Rischi che le lavorazioni di cantiere comportano per l'area circostante: esposizione al rumore. Inalazione di polveri. Per quanto riguarda i rumori si eviteranno quelli non necessari e per l'abbattimento delle polveri si utilizzerà la bagnatura dell' area in prossimità degli scavi e del rilevato.

Descrizione caratteristiche idrogeologiche: i terreni sono permeabili per fessurazione e/o fratturazione, ma vi è una zona sostanzialmente impermeabilizzata data dall' urbanizzazione.

# CARATTERISTICHE AREA DEL CANTIERE

(punto 2.2.1, lettera a, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

## Linee aeree

Prima dell'inizio dei lavori dovrà essere fatto un censimento delle linee aeree interferenti con le lavorazioni

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Linee aeree: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Deve essere effettuata una ricognizione dei luoghi interessati dai lavori al fine di individuare la presenza di linee elettriche aeree individuando idonee precauzioni atte ad evitare possibili contatti diretti o indiretti con elementi in tensione. Nel caso di presenza di linee elettriche aeree in tensione non possono essere eseguiti lavori non elettrici a distanza inferiore a: mt 3, per tensioni fino a 1 kV; mt 3.5, per tensioni superiori a 1 kV fino a 30 kV; mt 5, per tensioni superiori a 30 kV fino a 132 kV; mt 7, per tensioni superiori a 132 kV.

Nell'impossibilità di rispettare tale limite è necessario, previa segnalazione all' esercente delle linee elettriche, provvedere, prima dell'inizio dei lavori, a mettere in atto adeguate protezioni atte ad evitare accidentali contatti o pericolosi avvicinamenti ai conduttori delle linee stesse quali: a) barriere di protezione per evitare contatti laterali con le linee; b) sbarramenti sul terreno e portali limitatori di altezza per il passaggio sotto la linea dei mezzi d'opera; c) ripari in materiale isolante quali cappellotti per isolatori e guaine per i conduttori.

### Rischi specifici:

- 1) Elettrocuzione;

## Alvei fluviali

Nei lavori in prossimità dell' alveo bisognerà tenere particolarmente attenzione alle allerte meteo.

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Alvei fluviali: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Per i lavori in prossimità di alvei fluviali, ma che non interessano direttamente questi ultimi, il rischio di caduta in acqua deve essere evitato con procedure di sicurezza analoghe a quelle previste per la caduta al suolo. Le opere provvisorie e di protezione si possono differenziare sostanzialmente per quanto concerne la loro progettazione, che deve tener conto dei vincoli specifici richiesti dalla presenza del particolare fattore ambientale.

### Rischi specifici:

- 1) Annegamento;

## Manufatti interferenti o sui quali intervenire

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Manufatti: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Per i lavori in prossimità di manufatti, ma che non interessano direttamente queste ultimi, il possibile rischio d'urto da parte di mezzi d'opera (gru, autocarri, ecc), deve essere evitato mediante opportune segnalazioni o opere provvisorie e di protezione. Le misure si possono differenziare sostanzialmente per quanto concerne la loro progettazione, che deve tener conto dei vincoli specifici richiesti dalla presenza del particolare fattore ambientale.

### Rischi specifici:

- 1) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- 2) Investimento, ribaltamento;
- 3) Urti, colpi, impatti, compressioni;

## Condutture sotterranee

Prima dell'inizio dei lavori dovrà essere fatto un censimento dei sottovizi interferenti con le lavorazioni

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Condutture sotterranee: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

**Reti di distribuzione di energia elettrica.** Deve essere accertata la presenza di linee elettriche interrato che possono interferire con l'area di cantiere. Nel caso di cavi elettrici in tensione interrati o in cunicolo, il percorso e la profondità delle linee devono essere rilevati o segnalati in superficie quando interessino direttamente la zona di lavoro. Nel caso di lavori di scavo che intercettano ed attraversano linee elettriche interrate in tensione è necessario procedere con cautela e provvedere a mettere in atto sistemi di sostegno e protezione provvisori al fine di evitare pericolosi avvicinamenti e/o danneggiamenti alle linee stesse durante l'esecuzione dei lavori. Nel caso di lavori che interessano opere o parti di opere in cui si trovano linee sotto traccia in tensione, l'andamento delle medesime deve essere rilevato e chiaramente segnalato.

**Reti di distribuzione acqua.** Deve essere accertata la presenza di elementi di reti di distribuzione di acqua e, se del caso, deve essere provveduto a rilevare e segnalare in superficie il percorso e la profondità. Nel caso di lavori di scavo che possono interferire con le reti suddette o attraversarle è necessario prevedere sistemi di protezione e di sostegno delle tubazioni, al fine di evitare il danneggiamento ed i rischi che ne derivano.

**Reti di distribuzione gas.** Deve essere accertata la presenza di elementi di reti di distribuzione di gas che possono interferire con il cantiere, nel qual caso devono essere avvertiti tempestivamente gli esercenti tali reti al fine di concordare le misure essenziali di sicurezza da prendere prima dell'inizio dei lavori e durante lo sviluppo dei lavori. In particolare è necessario preventivamente rilevare e segnalare in superficie il percorso e la profondità degli elementi e stabilire modalità di esecuzione dei lavori tali da evitare l'insorgenza di situazioni pericolose sia per i lavori da eseguire, sia per l'esercizio delle reti. Nel caso di lavori di scavo che interferiscono con tali reti è necessario prevedere sistemi di protezione e sostegno delle tubazioni messe a nudo, al fine di evitare il danneggiamento delle medesime ed i rischi conseguenti.

**Reti fognarie.** Deve essere accertata la presenza di reti fognarie sia attive sia non più utilizzate. Se tali reti interferiscono con le attività di cantiere, il percorso e la profondità devono essere rilevati e segnalati in superficie. Specialmente durante lavori di scavo, la presenza, anche al contorno, di reti fognarie deve essere nota, poiché costituisce sempre una variabile importante rispetto alla consistenza e stabilità delle pareti di scavo sia per la presenza di terreni di rinterro, sia per la possibile formazione di improvvisi vuoti nel terreno (tipici nel caso di vetuste fognature dismesse), sia per la presenza di possibili infiltrazioni o inondazioni d'acqua dovute a fessurazione o cedimento delle pareti qualora limitrofe ai lavori di sterro.

### Rischi specifici:

- 1) Annegamento;
- 2) Elettrocuzione;  
Elettrocuzione per contatto diretto o indiretto con parti dell'impianto elettrico in tensione o folgorazione dovuta a caduta di fulmini in prossimità del lavoratore.
- 3) Incendi, esplosioni;
- 4) Seppellimento, sprofondamento;

## FATTORI ESTERNI CHE COMPORTANO RISCHI PER

# IL CANTIERE

(punto 2.2.1, lettera b, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

Presenza di viabilità veicolare e pedonale su Via Casaccia.

## Strade

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Strade: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Per i lavori in prossimità di strade i rischi derivanti dal traffico circostante devono essere evitati con l'adozione delle adeguate procedure previste dal codice della strada.

Particolare attenzione deve essere posta nella scelta, tenuto conto del tipo di strada e delle situazioni di traffico locali, della tipologia e modalità di delimitazione del cantiere, della segnaletica più opportuna, del tipo di illuminazione (di notte e in caso di scarsa visibilità), della dimensione delle deviazioni e del tipo di manovre da compiere.

#### *Riferimenti Normativi:*

D.P.R. 16 dicembre 1992 n.495, Art.30; D.P.R. 16 dicembre 1992 n.495, Art.31; D.P.R. 16 dicembre 1992 n.495, Art.40; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Allegato 6, Punto 1.

### Rischi specifici:

- 1) Investimento;

# RISCHI CHE LE LAVORAZIONI DI CANTIERE COMPORTANO PER L'AREA CIRCOSTANTE

(punto 2.2.1, lettera c, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

Dovuti al transito di macchine operatrici, automezzi. Rumori e polveri.

## Abitazioni

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Rumore e polveri: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

In relazione alle specifiche attività svolte devono essere previste ed adottati tutti i provvedimenti necessari ad evitare o ridurre al minimo l'emissione di rumore e polveri.

Al fine di limitare l'inquinamento acustico si può sia prevedere di ridurre l'orario di utilizzo delle macchine e degli impianti più rumorosi sia installare barriere contro la diffusione del rumore. Qualora le attività svolte comportino elevata rumorosità devono essere autorizzate dal Sindaco. Nelle lavorazioni che comportano la formazione di polveri devono essere adottati sistemi di abbattimento e di contenimento il più possibile vicino alla fonte. Nelle attività edili è sufficiente inumidire il materiale polverulento, segregare l'area di lavorazione per contenere l'abbattimento delle polveri nei lavori di sabbiatura, per il caricamento di silos, l'aria di spostamento deve essere raccolta e convogliata ad un impianto di depolverizzazione, ecc.

### Rischi specifici:

- 1) Rumore;
- 2) Polveri;

# **DESCRIZIONE CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE**

(punto 2.1.4, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

L'intervento non rientra nelle aree sottoposte a vincolo idrogeologico

# ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

## Individuazione, analisi e valutazione dei rischi concreti

(punto 2.1.2, lettera c, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

## Scelte progettuali ed organizzative, procedure, misure preventive e protettive

(punto 2.1.2, lettera d, punto 2, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

### \$CANCELLARE\$

In questo raggruppamento andranno considerate le situazioni di pericolosità, e le necessarie misure preventive, relative all'organizzazione del cantiere.

Secondo quanto richiesto dall'Allegato XV, punto 2.2.2 del D.Lgs. 81/2008 tale valutazione dovrà riguardare, in relazione alla tipologia del cantiere, l'analisi di almeno i seguenti aspetti:

- a) modalità da seguire per la recinzione del cantiere, gli accessi e le segnalazioni;
- b) servizi igienico-assistenziali;
- c) viabilità principale di cantiere;
- d) gli impianti di alimentazione e reti principali di elettricità, acqua, gas ed energia di qualsiasi tipo;
- e) gli impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche;
- f) le disposizioni per dare attuazione a quanto previsto dall'art. 102 del D.Lgs. 81/2008 (Consultazione del RLS);
- g) le disposizioni per dare attuazione a quanto previsto dall'art. 92, comma 1, lettera c) (Cooperazione e coordinamento delle attività);
- h) le eventuali modalità di accesso dei mezzi di fornitura dei materiali;
- i) la dislocazione degli impianti di cantiere;
- l) la dislocazione delle zone di carico e scarico;
- m) le zone di deposito attrezzature e di stoccaggio materiali e dei rifiuti;
- n) le eventuali zone di deposito dei materiali con pericolo d'incendio o di esplosione.

### \$CANCELLARE\$

## Recinzione del cantiere, accessi e segnalazioni

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Recinzione del cantiere, accessi e segnalazioni: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

L'accesso alle zone corrispondenti al cantiere deve essere impedito mediante recinzione robusta e duratura, munita di segnaletica ricordante i divieti e i pericoli.

Quando per la natura dell'ambiente o per l'estensione del cantiere non sia praticamente realizzabile la recinzione completa, è necessario provvedere almeno ad apporre sbarramenti e segnalazioni in corrispondenza delle eventuali vie di accesso alla zona proibita e recinzioni in corrispondenza dei luoghi di lavoro fissi, degli impianti e dei depositi che possono costituire pericolo.

Per i cantieri e luoghi di lavoro che hanno una estensione progressiva i cantieri stradali devono essere adottati provvedimenti che seguono l'andamento dei lavori e comprendenti, a seconda dei casi, mezzi materiali di segregazione e segnalazione, oppure, uomini con funzione di segnalatori o sorveglianti.

Recinzioni, sbarramenti, cartelli segnaletici, segnali e protezioni devono essere di natura tale da risultare costantemente ben visibili. Ove non risulti sufficiente l'illuminazione naturale, gli stessi devono essere illuminati artificialmente; l'illuminazione deve comunque essere prevista per le ore notturne.

## Servizi igienico-assistenziali

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Servizi igienico - assistenziali: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

All'avvio del cantiere, qualora non ostino condizioni obiettive in relazione anche alla durata dei lavori o non esistano disponibilità in luoghi esterni al cantiere, devono essere impiantati e gestiti servizi igienico - assistenziali proporzionati al numero degli addetti che potrebbero averne necessità contemporaneamente.

Le aree dovranno risultare il più possibile separate dai luoghi di lavoro, in particolare dalle zone operative più intense, o convenientemente protette dai rischi connessi con le attività lavorative.

Le aree destinate allo scopo dovranno essere convenientemente attrezzate; sono da considerare in particolare: fornitura di acqua potabile, realizzazione di reti di scarico, fornitura di energia elettrica, vespai e basamenti di appoggio e ancoraggio, sistemazione drenante dell'area circostante.

## Viabilità principale di cantiere

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Viabilità principale di cantiere: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Per l'accesso al cantiere dei mezzi di lavoro devono essere predisposti percorsi e, ove occorrono mezzi di accesso controllati e sicuri, separati da quelli per i pedoni.

All'interno del cantiere, la circolazione degli automezzi e delle macchine semoventi deve essere regolata con norme il più possibile simili a quelle della circolazione su strade pubbliche, la velocità deve essere limitata a seconda delle caratteristiche e condizioni dei percorsi e dei mezzi.

Le strade devono essere atte a resistere al transito dei mezzi di cui è previsto l'impiego, con pendenze e curve adeguate ed essere mantenute costantemente in condizioni soddisfacenti.

La larghezza delle strade e delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 0,70 metri oltre la sagoma di ingombro massimo dei mezzi previsti. Qualora il franco venga limitato ad un solo lato, devono essere realizzate, nell'altro lato, piazzole o nicchie di rifugio ad intervalli non superiori a 20 metri una dall'altra.

### Rischi specifici:

- 1) Investimento;

## Impianti di alimentazione (elettricità, acqua, ecc.)

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Impianto elettrico: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Per la fornitura di energia elettrica al cantiere l'impresa deve rivolgersi all'ente distributore.

Dal punto di consegna della fornitura ha inizio l'impianto elettrico di cantiere, che solitamente è composto da: quadri (generali e di settore); interruttori; cavi; apparecchi utilizzatori.

Agli impianti elettrici dei servizi accessori quali baracche per uffici, mense, dormitori e servizi igienici non si applicano le norme specifiche previste per i cantieri.

L'installatore è in ogni caso tenuto al rilascio della dichiarazione di conformità, integrata dagli allegati previsti dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37, che va conservata in copia in cantiere.

Quando la rete elettrica del cantiere viene alimentata da proprio gruppo elettrogeno le masse metalliche del gruppo e delle macchine, apparecchiature, utensili serviti devono essere collegate elettricamente tra di loro e a terra.

Quando le macchine e le apparecchiature fisse, mobili, portatili e trasportabili sono alimentate, anziché da una rete elettrica dell'impresa, da una rete di terzi, l'impresa stessa deve provvedere all'installazione dei dispositivi e degli impianti di protezione in modo da rendere la rete di alimentazione rispondente ai requisiti di sicurezza a meno che, prima della connessione, non venga effettuato un accertamento delle condizioni di sicurezza con particolare riferimento all'idoneità dei mezzi di connessione, delle linee, dei dispositivi di sicurezza e dell'efficienza del collegamento a terra delle masse metalliche. Tale accertamento può essere effettuato anche a cura del proprietario dell'impianto che ne dovrà rilasciare attestazione scritta all'impresa.

- 2) Impianto idrico: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

La distribuzione dell'acqua per usi lavorativi deve essere fatta in modo razionale, evitando in quanto possibile l'uso di recipienti improvvisati in cantiere. Le tubature devono essere ben raccordate tra loro e, se non interrato, devono risultare assicurate a parti stabili della costruzione o delle opere provvisorie. Si deve evitare il passaggio di tubature in corrispondenza dei conduttori o di altre componenti degli impianti elettrici. In corrispondenza dei punti di utilizzo devono essere installati idonei rubinetti e prese idriche; inoltre devono essere installati idonei sistemi per la raccolta dell'acqua in esubero o accidentalmente fuoriuscita.

### Rischi specifici:

- 1) Elettrocuzione;

## Consultazione dei Rappresentanti dei Lavoratori per la Sicurezza

I Rappresentanti dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS) verranno consultati ed informati sui contenuti del presente PSC e dei Piani Operativi di Sicurezza, nonché sulle specifiche misure di protezione e prevenzione da adottare nel corso dei lavori.

Per cui il presente PSC dovrà essere consegnato agli RLS, entro 10 giorni dall'inizio dei lavori. I POS, vengono redatti previa consultazione dei RLS.

Secondo le attribuzioni conferite dall' art. 50 del D.lgs 81/2008, l' RLS dovrà essere consultato in ordine alla valutazione dei rischi, sulla designazione del responsabile e degli addetti al servizio di prevenzione, alla attività di prevenzione incendi, al primo soccorso, alla evacuazione dei luoghi di lavoro e del medico competente, in merito all'organizzazione della formazione di cui all'art. 37. L' indizione delle riunioni verranno concertate tra le parti.

**Misure Preventive e Protettive generali:**

- 1) Consultazione del RSL: misure organizzative;

*Prescrizioni Organizzative:*

Prima dell'accettazione del piano di sicurezza e di coordinamento e delle modifiche significative apportate allo stesso, il datore di lavoro di ciascuna impresa esecutrice dovrà consultare il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza e fornirgli tutti gli eventuali chiarimenti sul contenuto del piano. In riferimento agli obblighi previsti sarà cura dei datori di lavoro impegnati in operazioni di cantiere indire presso gli uffici di cantiere o eventuale altra sede riunioni periodiche con i Rappresentanti dei Lavoratori per la Sicurezza. I verbali di tali riunioni saranno trasmessi al Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione.

## Cooperazione e coordinamento delle attività

Prima dell'inizio dei lavori il Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione convocherà una specifica riunione di coordinamento alla presenza del Committente e/o Responsabile dei Lavori, del Direttore dei Lavori, del Datore di Lavoro dell' Impresa esecutrice affidataria e delle altre imprese subappaltatrici. Periodicamente, a discrezione del CSE ed in funzione delle esigenze di lavoro, potranno essere effettuate ulteriori riunioni di coordinamento alla presenza dei soggetti sopraindicati.

**Misure Preventive e Protettive generali:**

- 1) Cooperazione e coordinamento delle attività: misure organizzative;

*Prescrizioni Organizzative:*

Prima dell'inizio dei lavori ed ogni qualvolta si ritenga necessario, il Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione può riunire i Datori di Lavoro delle imprese esecutricie ed i lavoratori autonomi per illustrare i contenuti del Piano di Sicurezza e Coordinamento, con particolare riferimento agli aspetti necessari a garantire il coordinamento e la cooperazione, nelle interferenze, nelle incompatibilità, nell'uso comune di attrezzature e servizi.

## Accesso dei mezzi di fornitura materiali

**Misure Preventive e Protettive generali:**

- 1) Accesso dei mezzi di fornitura materiali: misure organizzative;

*Prescrizioni Organizzative:*

L'accesso dei mezzi di fornitura dei materiali dovrà sempre essere autorizzato dal capocantiere che fornirà ai conducenti opportune informazioni sugli eventuali elementi di pericolo presenti in cantiere. L'impresa appaltatrice dovrà individuare il personale addetto all'esercizio della vigilanza durante la permanenza del fornitore in cantiere.

**Rischi specifici:**

- 1) Investimento;

## Dislocazione delle zone di carico e scarico

**Misure Preventive e Protettive generali:**

- 1) Dislocazione delle zone di carico e scarico: misure organizzative;

*Prescrizioni Organizzative:*

Le zone di carico e scarico andranno posizionate: a) nelle aree periferiche del cantiere, per non essere d'intralcio con le lavorazioni presenti; b) in prossimità degli accessi carrabili, per ridurre le interferenze dei mezzi di trasporto con le lavorazioni; c) in prossimità delle zone di stoccaggio, per ridurre i tempi di movimentazione dei carichi con la gru e il passaggio degli stessi su postazioni di lavoro fisse.

**Rischi specifici:**

- 1) Investimento, ribaltamento;
- 2) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

## Zone di deposito attrezzature

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Zone di deposito attrezzature: misure organizzative;

*Prescrizioni Organizzative:*

Le zone di deposito delle attrezzature di lavoro andranno differenziate per attrezzi e mezzi d'opera, posizionate in prossimità degli accessi dei lavoratori e comunque in maniera tale da non interferire con le lavorazioni presenti.

### Rischi specifici:

- 1) Investimento, ribaltamento;
- 2) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

## Zone di stoccaggio materiali

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Zone di stoccaggio materiali: misure organizzative;

*Prescrizioni Organizzative:*

Le zone di stoccaggio dei materiali devono essere identificate e organizzate tenendo conto della viabilità generale e della loro accessibilità. Particolare attenzione deve essere posta per la scelta dei percorsi per la movimentazione dei carichi che devono, quanto più possibile, evitare l'interferenza con zone in cui si svolgono lavorazioni.

Le aree devono essere opportunamente spianate e drenate al fine di garantire la stabilità dei depositi. È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi; qualora tali depositi siano necessari per le condizioni di lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature o sostegno preventivo della corrispondente parete di scavo.

### Rischi specifici:

- 1) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- 2) Investimento, ribaltamento;

## Zone di stoccaggio dei rifiuti

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Zone di stoccaggio dei rifiuti: misure organizzative;

*Prescrizioni Organizzative:*

Le zone di stoccaggio dei rifiuti sono state posizionate in aree periferiche del cantiere, in prossimità degli accessi carrabili. Inoltre, nel posizionamento di tali aree si è tenuto conto della necessità di preservare da polveri e esalazioni maleodoranti, sia i lavoratori presenti in cantiere, che gli insediamenti attigui al cantiere stesso.

### Rischi specifici:

- 1) Investimento, ribaltamento;
- 2) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

## Cantiere estivo (condizioni di caldo severo)

### Rischi specifici:

- 1) Microclima (caldo severo);  
Rischi per la salute dei lavoratori durante le lavorazioni che comportano o, che possono comportare, un'esposizione a stress termico in un ambiente caldo (microclima caldo severo).

*Misure tecniche e organizzative:*

**Misure generali.** I rischi, derivanti dall'esposizione dei lavoratori a microclima caldo severo, devono essere eliminati alla fonte o ridotti al minimo possibile compatibilmente alle esigenze delle attività lavorative.

**Tettoie e pensiline.** I lavoratori devono essere protetti dalla radiazione solare diretta, almeno per le lavorazioni su postazioni di lavoro fisse (banco ferraioli, sega circolare, ecc), mediante la realizzazione di pensiline o tettoie.

**Mezzi climatizzati.** I mezzi d'opera devono essere dotati di cabine climatizzate.

Devono essere forniti: a) indumenti protettivi.

2) Radiazioni ottiche naturali;

Rischi per la salute dei lavoratori per esposizione a radiazioni ottiche naturali (radiazioni ultraviolette solari).

*Misure tecniche e organizzative:*

**Misure generali.** I rischi, derivanti dall'esposizione dei lavoratori a radiazioni ottiche naturali, devono essere eliminati alla fonte o ridotti al minimo possibile compatibilmente alle esigenze delle attività lavorative.

**Orario di lavoro.** I lavori all'aperto devono essere effettuati evitando le ore più calde della giornata.

## Cantiere invernale (condizioni di freddo severo)

### Rischi specifici:

1) Microclima (freddo severo);

Rischi per la salute dei lavoratori durante le lavorazioni che comportano o, che possono comportare, un'esposizione a stress termico in un ambiente freddo (microclima freddo severo).

*Misure tecniche e organizzative:*

**Misure generali.** I rischi, derivanti dall'esposizione dei lavoratori a microclima freddo severo, devono essere ridotti al minimo possibile compatibilmente alle esigenze delle attività lavorative.

**Ambienti climatizzati.** Gli ambienti di lavoro devono essere dotati di uffici/box/cabine opportunamente climatizzati.

**Mezzi climatizzati.** I mezzi d'opera devono essere dotati di cabine climatizzate.

*Dispositivi di protezione individuale:*

Devono essere forniti: a) indumenti protettivi.

## Gabinetti

### Misure Preventive e Protettive generali:

1) Gabinetti: misure organizzative;

*Prescrizioni Organizzative:*

I locali che ospitano i lavabi devono essere dotati di acqua corrente, se necessario calda e di mezzi detergenti e per asciugarsi.

I servizi igienici devono essere costruiti in modo da salvaguardare la decenza e mantenuti puliti.

I lavabi devono essere in numero minimo di uno ogni 5 lavoratori e 1 gabinetto ogni 10 lavoratori impegnati nel cantiere.

Quando per particolari esigenze vengono utilizzati bagni mobili chimici, questi devono presentare caratteristiche tali da minimizzare il rischio sanitario per gli utenti.

In condizioni lavorative con mancanza di spazi sufficienti per l'allestimento dei servizi di cantiere, e in prossimità di strutture idonee aperte al pubblico, è consentito attivare delle convenzioni con tali strutture al fine di supplire all'eventuale carenza di servizi in cantiere: copia di tali convenzioni deve essere tenuta in cantiere ed essere portata a conoscenza dei lavoratori.

## Locali per lavarsi

### Misure Preventive e Protettive generali:

1) Locali per lavarsi: misure organizzative;

*Prescrizioni Organizzative:*

I locali docce devono essere riscaldati nella stagione fredda, dotati di acqua calda e fredda e di mezzi detergenti e per asciugarsi ed essere mantenuti in buone condizioni di pulizia. Il numero minimo di docce è di uno ogni dieci lavoratori impegnati nel cantiere.

## Spogliatoi

### Misure Preventive e Protettive generali:

1) Spogliatoi: misure organizzative;

*Prescrizioni Organizzative:*

I locali spogliatoi devono disporre di adeguata aerazione, essere illuminati, ben difesi dalle intemperie, riscaldati durante la stagione fredda, muniti di sedili ed essere mantenuti in buone condizioni di pulizia.

Gli spogliatoi devono essere dotati di attrezzature che consentano a ciascun lavoratore di chiudere a chiave i propri indumenti durante il tempo di lavoro.

La superficie dei locali deve essere tale da consentire, una dislocazione delle attrezzature, degli arredi, dei passaggi e delle vie

di uscita rispondenti a criteri di funzionalità e di ergonomia per la tutela e l'igiene dei lavoratori, e di chiunque acceda legittimamente ai locali stessi.

## Recinzioni di cantiere

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Recinzione del cantiere: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

L'area interessata dai lavori dovrà essere delimitata con una recinzione, di altezza non inferiore a quella richiesta dal locale regolamento edilizio (generalmente m.2), in grado di impedire l'accesso di estranei all'area delle lavorazioni: il sistema di confinamento scelto dovrà offrire adeguate garanzie di resistenza sia ai tentativi di superamento sia alle intemperie.

## Baracche

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Posti di lavoro: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

**Porte di emergenza.** 1) le porte di emergenza devono aprirsi verso l'esterno; 2) le porte di emergenza non devono essere chiuse in modo tale da non poter essere aperte facilmente e immediatamente da ogni persona che abbia bisogno di utilizzarle in caso di emergenza; 3) le porte scorrevoli e le porte a bussola sono vietate come porte di emergenza.

**Areazione e temperatura.** 1) ai lavoratori deve essere garantita una sufficiente e salubre quantità di aria; 2) qualora vengano impiegati impianti di condizionamento d'aria o di ventilazione meccanica, essi devono funzionare in modo tale che i lavoratori non vengano esposti a correnti d'aria moleste; 3) ogni deposito e accumulo di sporcizia che possono comportare immediatamente un rischio per la salute dei lavoratori a causa dell'inquinamento dell'aria respirata devono essere eliminati rapidamente; 4) durante il lavoro, la temperatura per l'organismo umano deve essere adeguata, tenuto conto dei metodi di lavoro applicati e delle sollecitazioni fisiche imposte ai lavoratori.

**Illuminazione naturale e artificiale.** I posti di lavoro devono disporre, nella misura del possibile, di sufficiente luce naturale ed essere dotati di dispositivi che consentano un'adeguata illuminazione artificiale per tutelare la sicurezza e la salute dei lavoratori.

**Pavimenti, pareti e soffitti dei locali.** 1) i pavimenti dei locali non devono presentare protuberanze, cavità o piani inclinati pericolosi; essi devono essere fissi, stabili e antisdruciolevoli; 2) le superfici dei pavimenti, delle pareti e dei soffitti nei locali devono essere tali da poter essere pulite e intonacate per ottenere condizioni appropriate di igiene; 3) le pareti trasparenti o traslucide, in particolare le pareti interamente vetrate nei locali o nei pressi dei posti di lavoro e delle vie di circolazione devono essere chiaramente segnalate ed essere costituite da materiali di sicurezza ovvero essere separate da detti posti di lavoro e vie di circolazione, in modo tale che i lavoratori non possano entrare in contatto con le pareti stesse, né essere feriti qualora vadano in frantumi.

**Finestre e lucernari dei locali.** 1) le finestre, i lucernari e i dispositivi di ventilazione devono poter essere aperti, chiusi, regolati e fissati dai lavoratori in maniera sicura. Quando sono aperti essi non devono essere posizionati in modo da costituire un pericolo per i lavoratori; 2) le finestre e i lucernari devono essere progettati in maniera congiunta con le attrezzature ovvero essere dotati di dispositivi che ne consentano la pulizia senza rischi per i lavoratori che effettuano questo lavoro nonché per i lavoratori presenti.

**Porte e portoni.** 1) La posizione, il numero, i materiali impiegati e le dimensioni delle porte e dei portoni sono determinati dalla natura e dall'uso dei locali; 2) un segnale deve essere apposto ad altezza d'uomo sulle porte trasparenti; 3) le porte ed i portoni a vento devono essere trasparenti o essere dotati di pannelli trasparenti; 4) quando le superfici trasparenti o traslucide delle porte e dei portoni sono costituite da materiale di sicurezza e quando c'è da temere che i lavoratori possano essere feriti se una porta o un portone va in frantumi, queste superfici devono essere protette contro lo sfondamento.

## Macchine movimento terra

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Macchine: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Prima di utilizzare la macchina accertarsi dell'esistenza di eventuali vincoli derivanti da: ostacoli (in altezza ed in larghezza), limiti d'ingombro, ecc.. Evitare di far funzionare la macchina nelle immediate vicinanze di scarpate, sia che si trovino a valle che a monte della macchina. Predisporre idoneo "fermo meccanico", qualora si stazioni in prossimità di scarpate.

Prima di movimentare la macchina accertarsi dell'esistenza di eventuali vincoli derivanti da: a) limitazioni di carico (terreno, pavimentazioni, rampe, opere di sostegno); b) pendenza del terreno.

### Rischi specifici:

- 1) Investimento, ribaltamento;

## Seghe circolari

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Seghe circolari: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

**Verifiche sull'area di ubicazione.** Le verifiche preventive da eseguire sul terreno dove si dovrà installare la sega circolare sono: a) verifica della planarità; b) verifica della stabilità (non dovranno manifestarsi cedimenti sotto i carichi trasmessi dalla macchina); c) verifica del drenaggio (non dovranno constatarsi ristagni di acqua piovana alla base della macchina). Qualora venissero aperti scavi in prossimità della macchina, si dovrà provvedere ad una loro adeguata armatura.

**Protezione da cadute dall'alto.** Se la postazione di lavoro è soggetta al raggio d'azione della gru o di altri mezzi di sollevamento, ovvero se si trova nelle immediate vicinanze di opere in costruzione, occorre che sia protetta da robusti impalcati soprastanti, la cui altezza non superi i 3 m.

**Area di lavoro.** Intorno alla sega circolare devono essere previsti adeguati spazi per la sistemazione del materiale lavorato e da lavorare, nonché per l'allontanamento dei residui delle lavorazioni (segatura e trucioli). In prossimità della sega circolare essere posizionato un cartello con l'indicazione delle principali norme di utilizzazione e di sicurezza della stessa.

### Rischi specifici:

- 1) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

## Piegaferri

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Piegaferri: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

**Requisiti generali.** Il banco del ferraiolo deve avere ampio spazio per lo stoccaggio del materiale da lavorare (i tondini di acciaio utilizzati per la realizzazione dei ferri di armatura vengono commercializzati in barre di 12/15 metri), lo stoccaggio di quello lavorato e la movimentazione delle barre in lavorazione.

**Verifiche sull'area di ubicazione.** Le verifiche preventive da eseguire sul terreno dove si dovrà installare il banco del ferraiolo sono: a) verifica della planarità; b) verifica della stabilità (non dovranno manifestarsi cedimenti sotto i carichi trasmessi dalla macchina); c) verifica del drenaggio (non dovranno constatarsi ristagni di acqua piovana alla base della macchina). Qualora venissero aperti scavi in prossimità della macchina, si dovrà provvedere ad una loro adeguata armatura.

**Protezione da cadute dall'alto.** Se la postazione di lavoro è soggetta al raggio d'azione della gru o di altri mezzi di sollevamento, ovvero se si trova nelle immediate vicinanze di opere in costruzione, occorre che sia protetta da robusti impalcati soprastanti, la cui altezza non superi i 3 m.

### Rischi specifici:

- 1) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

## Impianto elettrico di cantiere

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Impianto elettrico: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Per la fornitura di energia elettrica al cantiere l'impresa deve rivolgersi all'ente distributore.

Dal punto di consegna della fornitura ha inizio l'impianto elettrico di cantiere, che solitamente è composto da: quadri (generali e di settore); interruttori; cavi; apparecchi utilizzatori.

Agli impianti elettrici dei servizi accessori quali baracche per uffici, mense, dormitori e servizi igienici non si applicano le norme specifiche previste per i cantieri.

L'installatore è in ogni caso tenuto al rilascio della dichiarazione di conformità, integrata dagli allegati previsti dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37, che va conservata in copia in cantiere.

Quando la rete elettrica del cantiere viene alimentata da proprio gruppo elettrogeno le masse metalliche del gruppo e delle macchine, apparecchiature, utensili serviti devono essere collegate elettricamente tra di loro e a terra.

Quando le macchine e le apparecchiature fisse, mobili, portatili e trasportabili sono alimentate, anziché da una rete elettrica dell'impresa, da una rete di terzi, l'impresa stessa deve provvedere all'installazione dei dispositivi e degli impianti di protezione in modo da rendere la rete di alimentazione rispondente ai requisiti di sicurezza a meno che, prima della connessione, non venga effettuato un accertamento delle condizioni di sicurezza con particolare riferimento all'idoneità dei mezzi di connessione, delle linee, dei dispositivi di sicurezza e dell'efficienza del collegamento a terra delle masse metalliche. Tale accertamento può essere effettuato anche a cura del proprietario dell'impianto che ne dovrà rilasciare attestazione scritta all'impresa.

**Rischi specifici:**

- 1) Elettrocuzione;

## Viabilità principale di cantiere per mezzi meccanici

**Misure Preventive e Protettive generali:**

- 1) Viabilità principale di cantiere: misure organizzative;

*Prescrizioni Organizzative:*

Per l'accesso al cantiere dei mezzi di lavoro devono essere predisposti percorsi e, ove occorrono mezzi di accesso controllati e sicuri, separati da quelli per i pedoni.

All'interno del cantiere, la circolazione degli automezzi e delle macchine semoventi deve essere regolata con norme il più possibile simili a quelle della circolazione su strade pubbliche, la velocità deve essere limitata a seconda delle caratteristiche e condizioni dei percorsi e dei mezzi.

Le strade devono essere atte a resistere al transito dei mezzi di cui è previsto l'impiego, con pendenze e curve adeguate ed essere mantenute costantemente in condizioni soddisfacenti.

La larghezza delle strade e delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 0,70 metri oltre la sagoma di ingombro massimo dei mezzi previsti. Qualora il franco venga limitato ad un solo lato, devono essere realizzate, nell'altro lato, piazzole o nicchie di rifugio ad intervalli non superiori a 20 metri una dall'altra.

**Rischi specifici:**

- 1) Investimento;

## Percorsi pedonali

**Misure Preventive e Protettive generali:**

- 1) Percorsi pedonali: misure organizzative;

*Prescrizioni Organizzative:*

I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i due metri. Le alzate dei gradini ricavati nel terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti.

**Rischi specifici:**

- 1) Caduta dall'alto;
- 2) Scivolamenti, cadute a livello;

## Parcheggio autovetture

**Misure Preventive e Protettive generali:**

- 1) Parcheggio autovetture;

*Prescrizioni Organizzative:*

Una zona dell'area occupata dal cantiere, da ubicarsi in prossimità dell'ingresso pedonale, andrà destinata a parcheggio riservato ai lavoratori del cantiere.

## Aree per deposito manufatti (scoperta)

**Misure Preventive e Protettive generali:**

- 1) Zone di stoccaggio materiali: misure organizzative;

*Prescrizioni Organizzative:*

Le zone di stoccaggio dei materiali devono essere identificate e organizzate tenendo conto della viabilità generale e della loro accessibilità. Particolare attenzione deve essere posta per la scelta dei percorsi per la movimentazione dei carichi che devono, quanto più possibile, evitare l'interferenza con zone in cui si svolgano lavorazioni.

Le aree devono essere opportunamente spianate e drenate al fine di garantire la stabilità dei depositi. È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi; qualora tali depositi siano necessari per le condizioni di lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature o sostegno preventivo della corrispondente parete di scavo.

### Rischi specifici:

- 1) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- 2) Investimento, ribaltamento;

## Attrezzature per il primo soccorso

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Servizi sanitari: contenuto pacchetto di medicazione;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Il pacchetto di medicazione, deve contenere almeno: **1)** Due paia di guanti sterili monouso; **2)** Un flacone di soluzione cutanea di iodopovidone al 10% di iodio da 125 ml ; **3)** Un flacone di soluzione fisiologica (sodio cloruro 0,9%) da 250 ml; **4)** Una compressa di garza sterile 18 x 40 in busta singola; **5)** Tre compresse di garza sterile 10 x 10 in buste singole; **6)** Una pinzetta da medicazione sterile monouso; **7)** Una confezione di cotone idrofilo; **8)** Una confezione di cerotti di varie misure pronti all'uso; **9)** Un rotolo di cerotto alto cm 2,5; **10)** Un rotolo di benda orlata alta cm 10; **11)** Un paio di forbici; **12)** Un laccio emostatico; **13)** Una confezione di ghiaccio pronto uso; **14)** Un sacchetto monouso per la raccolta di rifiuti sanitari; **15)** Istruzioni sul modo di usare i presidi suddetti e di prestare i primi soccorsi in attesa del servizio di emergenza.

- 2) Servizi sanitari: contenuto cassetta di pronto soccorso;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

La cassetta di pronto soccorso, deve contenere almeno: **1)** Cinque paia di guanti sterili monouso; **2)** Una visiera paraschizzi; **3)** Un flacone di soluzione cutanea di iodopovidone al 10% di iodio da 1 litro; **4)** Tre flaconi di soluzione fisiologica (sodio cloruro 0,9%) da 500 ml; **5)** Dieci compresse di garza sterile 10 x 10 in buste singole; **6)** Due compresse di garza sterile 18 x 40 in buste singole; **7)** Due teli sterili monouso; **8)** Due pinzette da medicazione sterile monouso; **9)** Una confezione di rete elastica di misura media; **10)** Una confezione di cotone idrofilo; **11)** Due confezioni di cerotti di varie misure pronti all'uso; **12)** Due rotoli di cerotto alto cm 2,5; **13)** Un paio di forbici; **14)** Tre lacci emostatici; **15)** Due confezioni di ghiaccio pronto uso; **16)** Due sacchetti monouso per la raccolta di rifiuti sanitari; **17)** Un termometro; **18)** Un apparecchio per la misurazione della pressione arteriosa.

## Tesserini di riconoscimento

L'**obbligo di indossare la tessera di riconoscimento** corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro è stato introdotto dall'**art. 36 bis del D.L. n.223/2006**, convertito successivamente in L. n. 248/2006, in vigore dal 1 ottobre 2006. Con la circolare n. 29 del 28 settembre 2006 il Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali ha chiarito che il **campo di applicazione** della previsione normativa andava individuato con riferimento a tutte le imprese che svolgevano le attività nell'ambito dei **cantieri edili di cui all'Allegato I del D.Lgs. n. 494/1996**.

L'**art. 6 della legge 3 agosto 2007 n. 123** (ora abrogato in quanto sostituito dal D.Lgs. 81/2008) **ha esteso** a partire dal 25 agosto 2007 l'**obbligo della tessera di riconoscimento** già prevista per i cantieri **a tutta la materia degli appalti e affidamento di lavori** ad imprese esterne e lavoratori autonomi.

Il **Decreto Legislativo n. 81 del 9 aprile 2008 ha riconfermato tale estensione**, prevedendo all'**articolo 18 comma 1 lett. u)** a carico del datore di lavoro e del dirigente, "*nell'ambito dello svolgimento di attività in regime di appalto e di subappalto*" l'obbligo di "*munire i lavoratori di apposita tessera di riconoscimento, corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro*".

L'adozione della tessera di riconoscimento è previsto anche dall'**art. 20, 21 e 26 del D.Lgs. 81/2008** per il personale occupato dalle imprese e lavoratori autonomi nell'ambito dello svolgimento di attività in regime di appalto e subappalto non solo nei cantieri, nella fabbriche, nelle aziende, etc.

La **Legge del 13 agosto 2010, n. 136** - "*Piano straordinario contro le mafie, nonché delega al Governo in materia di normativa antimafia*", all'**articolo 5**, titolato "*Identificazione degli addetti nei cantieri*" ha integrato quanto previsto dal Decreto Legislativo n. 81 del 9 aprile 2008 prevedendo l'**inserimento di nuovi elementi**:

- per i lavoratori occupati dall'impresa appaltatrice o subappaltatrice, la data di assunzione, nonché, in caso di subappalto, la relativa autorizzazione;
- per i lavoratori autonomi, l'indicazione del committente.

**Pertanto a partire dal 7 settembre 2010** La tessera di riconoscimento dei **LAVORATORI DIPENDENTI** deve contenere: · le generalità del lavoratore (nome, cognome, data di nascita, ed eventualmente il luogo di nascita), · la fotografia del lavoratore, · l'indicazione del datore di lavoro, · la data di assunzione, · in caso di subappalto, l'autorizzazione al subappalto; La tessera di riconoscimento dei **LAVORATORI AUTONOMI** deve contenere. · le proprie generalità, · la propria fotografia, · l'indicazione del committente.

Il **D.L. n. 223/2006** ha introdotto all'**art. 36 bis** "*Misure urgenti per il contrasto del lavoro nero e per la promozione della sicurezza nei luoghi di lavoro*" introducendo **nuovi adempimenti** volti a rendere più "trasparenti" le modalità di assunzione e di impiego del personale.

**Tra gli "elementi identificativi" compare anche la DATA DI NASCITA del lavoratore.**

(Fac-simile della tessera)

**IMPRESA AFFIDATARIA**

FOTO	<b>IMPRESA AFFIDATARIA</b> IMPRESA DI COSTRUZIONI SpA Sede: Via Roma 57 - PADOVA (PD) Datore di lavoro: MARIO BIANCHI  <b>Lavoratore</b> MARIO ROSSI Nato a: PADOVA I: 16.07.1978 Assunto il: 15.09.1998
------	---

Tessera di riconoscimento ai sensi art. 18 D.Lgs 81/08 s.m.i. e art. 5 L. 136/10

**IMPRESA SUBAPPALTATRICE**

FOTO	<b>IMPRESA SUBAPPALTATRICE</b> IDRAULICO snc Sede: Via Venezia 45 - TREVISO (TV) Datore di lavoro: LUCA VERDI  <b>Lavoratore</b> MARIO ROSSI Nato a: PADOVA I: 16.07.1978 Assunto il: 15.09.1998  <b>Autorizzazione al subappalto</b> (estranei autorizzazione: data, protocollo, etc.)
------	---

Tessera di riconoscimento ai sensi art. 18 D.Lgs 81/08 s.m.i. e art. 5 L. 136/10

**LAVORATORE AUTONOMO**

FOTO	<b>LAVORATORE AUTONOMO</b> MARIO ROSSI Nato a: PADOVA I: 16.07.1978  <b>Committente</b> MARIO VERDI Via Milano 10 - Vicenza (VI)
------	---

Tessera di riconoscimento ai sensi art. 18 D.Lgs 81/08 s.m.i. e art. 5 L. 136/10

**Recinzione del cantiere, accessi e segnalazioni**

**Misure Preventive e Protettive generali:**

- 1) Recinzione del cantiere, accessi e segnalazioni: misure organizzative;

*Prescrizioni Organizzative:*

L'accesso alle zone corrispondenti al cantiere deve essere impedito mediante recinzione robusta e duratura, munita di segnaletica ricordante i divieti e i pericoli.

Quando per la natura dell'ambiente o per l'estensione del cantiere non sia praticamente realizzabile la recinzione completa, è necessario provvedere almeno ad apporre sbarramenti e segnalazioni in corrispondenza delle eventuali vie di accesso alla zona proibita e recinzioni in corrispondenza dei luoghi di lavoro fissi, degli impianti e dei depositi che possono costituire pericolo.

Per i cantieri e luoghi di lavoro che hanno una estensione progressiva i cantieri stradali devono essere adottati provvedimenti che seguono l'andamento dei lavori e comprendenti, a seconda dei casi, mezzi materiali di segregazione e segnalazione, oppure, uomini con funzione di segnalatori o sorveglianti.

Recinzioni, sbarramenti, cartelli segnaletici, segnali e protezioni devono essere di natura tale da risultare costantemente ben visibili. Ove non risulti sufficiente l'illuminazione naturale, gli stessi devono essere illuminati artificialmente; l'illuminazione deve comunque essere prevista per le ore notturne.

# **SEGNALETICA GENERALE PREVISTA NEL CANTIERE**

# LAVORAZIONI e loro INTERFERENZE

## Individuazione, analisi e valutazione dei rischi concreti

(punto 2.1.2, lettera c, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

## Scelte progettuali ed organizzative, procedure, misure preventive e protettive

(punto 2.1.2, lettera d, punto 3, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

### Allestimento cantiere

#### La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:

Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi  
Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere  
Allestimento di servizi sanitari del cantiere  
Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere  
Realizzazione della viabilità del cantiere  
Realizzazione di impianto elettrico del cantiere

### Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi (fase)

Allestimento di depositi per materiali e attrezzature, zone scoperte per lo stoccaggio dei materiali e zone per l'installazione di impianti fissi di cantiere.

#### Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro;
- 2) Autogrù;
- 3) Autocarro con gru.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Rumore; Vibrazioni; Elettrocuzione; Punture, tagli, abrasioni; Elettrocuzione.

#### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto all'allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto all'allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti ai lavoratori adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza con suola antisdrucciolo e impermeabile; **d)** occhiali di sicurezza.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Scala semplice;
- c) Sega circolare;
- d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- e) Trapano elettrico;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Scivolamenti, cadute a livello.

### Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere (fase)

Allestimento di servizi igienico-sanitari in strutture prefabbricate appositamente approntate.

#### Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro;
- 2) Autogrù;

- 3) Autocarro con gru.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Rumore; Vibrazioni; Elettrocuzione; Punture, tagli, abrasioni; Elettrocuzione.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto all'allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto all'allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti ai lavoratori adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza con suola antiscivolo e impermeabile; **d)** occhiali di sicurezza.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;
- b) Scala semplice;
- c) Sega circolare;
- d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- e) Trapano elettrico;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Scivolamenti, cadute a livello.

## Allestimento di servizi sanitari del cantiere (fase)

Allestimento di servizi sanitari costituiti dai locali necessari all'attività di primo soccorso in cantiere.

**Macchine utilizzate:**

- 1) Autocarro;
- 2) Autogrù;
- 3) Autocarro con gru.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Rumore; Vibrazioni; Elettrocuzione; Punture, tagli, abrasioni; Elettrocuzione.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto all'allestimento di servizi sanitari del cantiere;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto all'allestimento di servizi sanitari del cantiere;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti ai lavoratori adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza con suola antiscivolo e impermeabile; **d)** occhiali di sicurezza.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;
- b) Scala semplice;
- c) Sega circolare;
- d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- e) Trapano elettrico;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Scivolamenti, cadute a livello.

## Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere (fase)

Realizzazione della recinzione di cantiere, al fine di impedire l'accesso involontario dei non addetti ai lavori, e degli accessi al cantiere, per mezzi e lavoratori.

**Macchine utilizzate:**

- 1) Autocarro.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento;

Urti, colpi, impatti, compressioni; Rumore; Vibrazioni.

#### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti al lavoratore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** occhiali a tenuta; **d)** mascherina antipolvere; **e)** indumenti ad alta visibilità; **f)** calzature di sicurezza con suola imperforabile.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Scala semplice;
- c) Sega circolare;
- d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- e) Trapano elettrico;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Scivolamenti, cadute a livello.

## Realizzazione della viabilità del cantiere (fase)

Realizzazione della viabilità di cantiere destinata a persone e veicoli e posa in opera di appropriata segnaletica.

#### Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro;
- 2) Pala meccanica.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Rumore; Vibrazioni; Scivolamenti, cadute a livello.

#### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla realizzazione della viabilità di cantiere;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla realizzazione della viabilità di cantiere;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti al lavoratore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** occhiali a tenuta; **d)** mascherina antipolvere; **e)** indumenti ad alta visibilità; **f)** calzature di sicurezza con suola imperforabile.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Attrezzi manuali;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## Realizzazione di impianto elettrico del cantiere (fase)

Realizzazione dell'impianto elettrico del cantiere mediante la posa in opera quadri, interruttori di protezione, cavi, prese e spine.

#### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla realizzazione di impianto elettrico di cantiere;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla realizzazione di impianto elettrico di cantiere;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti al lavoratore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** guanti dielettrici; **c)** calzature di sicurezza con suola antisdrucchiolo e imperforabile; **d)** cinture di sicurezza.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Elettrocuzione;

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Ponteggio mobile o trabattello;
- c) Scala doppia;

- d) Scala semplice;
- e) Trapano elettrico;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Cesoiamenti, stritolamenti; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre.

## Muri in terra rinforzata

**La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:**

Preparazione dell' area

Movimentazione autocarri e macchine operatrici

Casseri metallici di contenimento

Posa in opera del geotessuto di rinforzo

Fornitura e posa in opera del terreno di formazione del rilevato e del terreno vegetale

## Preparazione dell' area (fase)

**Macchine utilizzate:**

- 1) Autocarro;
- 2) Escavatore.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Rumore; Vibrazioni; Elettrocuzione; Scivolamenti, cadute a livello.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Operaio addetto;

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Scivolamenti, cadute a livello;
- b) Investimento, ribaltamento;
- c) Inalazione polveri, fibre;
- d) Rumore;

## Movimentazione autocarri e macchine operatrici (fase)

**Macchine utilizzate:**

- 1) Autocarro;
- 2) Escavatore.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Rumore; Vibrazioni; Elettrocuzione; Scivolamenti, cadute a livello.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto alla riprofilatura del terreno;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla riprofilatura del terreno;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti, al lavoratore, adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** occhiali protettivi; **d)** calzature di sicurezza con suola antisdrucciolo e imperforabile e puntale d'acciaio.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Scivolamenti, cadute a livello;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;
- b) Andatoie e Passerelle;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello.

## Casseri metallici di contenimento (fase)

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto ai casseri;

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Investimento;
- b) Inalazione polveri, fibre;
- c) Punture, tagli, abrasioni;
- d) Movimentazione manuale dei carichi;

## Posa in opera del geotessuto di rinforzo (fase)

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla posa del geotessuto;

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Scivolamenti, cadute a livello;
- b) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- c) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- d) Caduta dall'alto;
- e) Punture, tagli, abrasioni;
- f) Movimentazione manuale dei carichi;

## Fornitura e posa in opera del terreno di formazione del rilevato e del terreno vegetale (fase)

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla posa del terreno;

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Investimento, ribaltamento;
- b) Inalazione polveri, fibre;
- c) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- d) Caduta dall'alto;
- e) Seppellimento, sprofondamento;

## Posa pannelli di Gabbiondren

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla posa dei pannelli di Gabbiondren;

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- b) Caduta dall'alto;
- c) Punture, tagli, abrasioni;

## Posa in opera di tubazioni in PVC e canalette prefabbricate

### La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:

Scavi e rinterrati

Rinterro di scavo

Scavo a sezione ristretta

Tracciamento dell'asse di scavo

Posa condotta in PVC e canalette prefabbricate  
Posa condotta in PVC e canalette prefabbricate

## Scavi e rinterri (fase)

### Rinterro di scavo (sottofase)

Rinterro e compattazione di scavi precedentemente eseguiti, a mano e/o con l'ausilio di mezzi meccanici.

#### Macchine utilizzate:

- 1) Dumper;
- 2) Pala meccanica.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoiamenti, stritolamenti; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Vibrazioni; Scivolamenti, cadute a livello.

#### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto al rinterro di scavo;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto al rinterro di scavo;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti al lavoratore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** occhiali protettivi; **d)** calzature di sicurezza con suola antisdrucciolo e impermeabile; **e)** mascherina antipolvere; **f)** otoprotettori.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Scivolamenti, cadute a livello;
- b) Seppellimento, sprofondamento;

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Andatoie e Passerelle;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello.

## Scavo a sezione ristretta (sottofase)

Scavi a sezione ristretta, eseguiti a cielo aperto o all'interno di edifici con mezzi meccanici.

#### Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro;
- 2) Escavatore;
- 3) Pala meccanica.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Rumore; Vibrazioni; Elettrocuzione; Scivolamenti, cadute a livello.

#### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto allo scavo a sezione ristretta;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto allo scavo a sezione ristretta;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti al lavoratore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** occhiali protettivi; **d)** calzature di sicurezza con suola antisdrucciolo e impermeabile; **e)** mascherina antipolvere; **f)** otoprotettori.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Seppellimento, sprofondamento;
- b) Scivolamenti, cadute a livello;

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Andatoie e Passerelle;
- c) Scala semplice;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello.

## Tracciamento dell'asse di scavo (sottofase)

Il tracciamento dell'asse di scavo avviene tracciando sul terreno una serie di punti fissi di direzione, che si trovano esattamente sulla direttrice di avanzamento.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto al tracciamento dell'asse di scavo;

#### **Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto al tracciamento dell'asse di scavo;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti al lavoratore adeguati dispositivi di protezione individuale: a) casco; b) guanti; c) occhiali protettivi; d) calzature di sicurezza con suola antiscivolo e impermeabile; e) mascherina antipolvere; f) otoprotettori.

#### **Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Scivolamenti, cadute a livello;

#### **Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;

#### **Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## Posa condotta in PVC e canalette prefabbricate (fase)

## Posa condotta in PVC e canalette prefabbricate (sottofase)

Posa di condotta fognaria in PVC e canalette in cls prefabbricate, in scavo a sezione obbligata, precedentemente eseguito, previa sistemazione del letto di posa con attrezzi manuali e attrezzature meccaniche.

### Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro con gru.

#### **Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Elettrocuzione; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Rumore; Vibrazioni.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla posa di condotta fognaria in ghisa;

#### **Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla posa di condotta fognaria in ghisa;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti al lavoratore adeguati dispositivi di protezione individuale: a) casco; b) guanti; c) occhiali protettivi; d) calzature di sicurezza; e) mascherina antipolvere.

#### **Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- b) Scivolamenti, cadute a livello;

#### **Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;
- b) Scala semplice;

#### **Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto.

## Realizzazione di nuova scaletta in c.a.

### La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:

Casseratura

Orditura e Getti

## Casseratura (fase)

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla cassetta;

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Punture, tagli, abrasioni;  
b) Caduta dall'alto;

## Orditura e Getti (fase)

### Lavoratori impegnati:

- 1) Ferraiolo;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: ferraiolo;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: a) casco; b) occhiali protettivi; c) guanti; d) calzature di sicurezza; e) indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta dall'alto;  
b) Caduta di materiale dall'alto o a livello;  
c) Punture, tagli, abrasioni;

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;  
b) Ponteggio metallico fisso;  
c) Ponteggio mobile o trabattello;  
d) Scala semplice;  
e) Trancia-piegaferri;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Scivolamenti, cadute a livello; Movimentazione manuale dei carichi; Cesoiamenti, stritolamenti; Elettrocuzione; Rumore.

- 2) Carpentiere;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: carpentiere;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: a) casco; b) otoprotettori; c) occhiali protettivi; d) maschera con filtro specifico; e) guanti; f) calzature di sicurezza; g) indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta dall'alto;  
b) Caduta di materiale dall'alto o a livello;  
c) Chimico;  
d) Punture, tagli, abrasioni;  
e) Rumore;  
f) Inalazione polveri, fibre;  
g) Irritazioni cutanee, reazioni allergiche;  
h) Getti, schizzi;

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;  
b) Scala semplice;  
c) Sega circolare;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello.

## Opere di ingegneria naturalistica

## La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:

Intreccio di verghe  
Scavo di solco al piede dell'opera  
Rinterro delle fascine  
Idrosemina

### Intreccio di verghe (fase)

La lavorazione prevede: preparazione, delimitazione e sgombero dell'area, predisposizione di eventuali opere provvisorie, intreccio delle verghe sui paletti di legno infissi nel terreno.

#### Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Rumore; Vibrazioni.

#### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto all'intreccio di verghe;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto all'intreccio di verghe;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti al lavoratore adeguati dispositivi di protezione individuale: a) casco; b) guanti; c) occhiali protettivi; d) calzature di sicurezza con suola antisdrucciolo e imperforabile; e) mascherina antipolvere.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Scivolamenti, cadute a livello;

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Andatoie e Passerelle;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello.

### Scavo di solco al piede dell'opera (fase)

La lavorazione prevede: preparazione, delimitazione e sgombero dell'area, predisposizione di eventuali opere provvisorie, scavo a mano, al piede dell'opera, di un solco poco profondo per la posa di materiale antiersivo (ramaglia, ghiaia) o di appoggio per l'opera stessa (massi, palificate, ecc.)

#### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto allo scavo di solco al piede dell'opera;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto allo scavo di solco al piede dell'opera;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti al lavoratore adeguati dispositivi di protezione individuale: a) casco; b) guanti; c) occhiali protettivi; d) calzature di sicurezza con suola antisdrucciolo e imperforabile; e) mascherina antipolvere; f) ottoprotettori.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Scivolamenti, cadute a livello;

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Andatoie e Passerelle;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello.

### Rinterro delle fascine (fase)

La lavorazione prevede: preparazione, delimitazione e sgombero dell'area, predisposizione di eventuali opere provvisorie, ricoprimento delle fascine con uno strato di terreno lasciando sporgere segmenti di rami.

#### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto al rinterro delle fascine;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto al rinterro delle fascine;

Devono essere forniti al lavoratore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** occhiali protettivi; **d)** calzature di sicurezza con suola antisdrucciolo e impermeforabile; **e)** mascherina antipolvere.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Scivolamenti, cadute a livello;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;
- b) Andatoie e Passerelle;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello.

## **Idrosemina (fase)**

Le modalità di esecuzione d'idrosemina prevedono: preparazione, delimitazione e sgombero dell'area, predisposizione di eventuali opere provvisorie, spruzzo, mediante pompa, di una miscela composta da acqua, concimi, ammendanti, collanti e fitoregolatori.

**Macchine utilizzate:**

- 1) Autobotte.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni; Rumore; Vibrazioni.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto all'idrosemina;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto all'idrosemina;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti al lavoratore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** guanti; **b)** casco; **c)** stivali di sicurezza; **d)** cinture di sicurezza; **e)** indumenti protettivi (tute).

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Scivolamenti, cadute a livello;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;
- b) Andatoie e Passerelle;
- c) Pompa idrica;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Annegamento; Elettrocuzione; Scivolamenti, cadute a livello.

## **Montaggio di ringhiera**

**La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:**

Fornitura e posa di ringhiera

## **Fornitura e posa di ringhiera (fase)**

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto montaggio ringhiera;

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Caduta dall'alto;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;
- b) Cannello per saldatura ossiacetilenica;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Inalazione fumi, gas, vapori; Incendi, esplosioni.

## Smobilizzo del cantiere

**La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:**

Smobilizzo del cantiere

### Smobilizzo del cantiere (fase)

Smobilizzo del cantiere realizzato attraverso lo smontaggio delle postazioni di lavoro fisse, di tutti gli impianti di cantiere, delle opere provvisorie e di protezione e della recinzione posta in opera all'insediamento del cantiere stesso.

#### Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro;
- 2) Autogrù.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Rumore; Vibrazioni; Elettrocuzione; Punture, tagli, abrasioni.

#### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto allo smobilizzo del cantiere;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto allo smobilizzo del cantiere;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti ai lavoratori adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza con suola antiscivolo e impermeabile; **d)** occhiali di sicurezza.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Scala doppia;
- c) Scala semplice;
- d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- e) Trapano elettrico;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Cesoiamenti, stritolamenti; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre.

# RISCHI individuati nelle Lavorazioni e relative MISURE PREVENTIVE E PROTETTIVE.

## rischi derivanti dalle lavorazioni e dall'uso di macchine ed attrezzi

### Elenco dei rischi:

- 1) Caduta dall'alto;
- 2) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- 3) Chimico;
- 4) Elettrocuzione;
- 5) Inalazione polveri, fibre;
- 6) Investimento;
- 7) Investimento, ribaltamento;
- 8) M.M.C. (sollevamento e trasporto);
- 9) Movimentazione manuale dei carichi;
- 10) Punture, tagli, abrasioni;
- 11) Rumore;
- 12) Scivolamenti, cadute a livello;
- 13) Seppellimento, sprofondamento;
- 14) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- 15) Vibrazioni.

## RISCHIO: "Caduta dall'alto"

### Descrizione del Rischio:

Lesioni a causa di cadute dall'alto per perdita di stabilità dell'equilibrio dei lavoratori, in assenza di adeguate misure di prevenzione, da un piano di lavoro ad un altro posto a quota inferiore.

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Posa in opera del geotessuto di rinforzo;
- b) **Nelle lavorazioni:** Fornitura e posa in opera del terreno di formazione del rilevato e del terreno vegetale;
- c) **Nelle lavorazioni:** Orditura e Getti;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Parapetti di trattenuta.** Qualora si verificano situazioni che possono comportare la caduta da un piano di lavoro ad un altro posto a quota inferiore, di norma con dislivello maggiore di 2 metri, i lati liberi di travi, impalcature, piattaforme, ripiani, balconi, passerelle e luoghi di lavoro o di passaggio sopraelevato devono essere protetti con appositi parapetti di trattenuta.

**Realizzazione dei pilastri.** Prima della realizzazione dei pilastri lungo il bordo della costruzione si deve procedere alla realizzazione del ponteggio perimetrale munito di parapetto verso la parte esterna; in mancanza di ponti normali con montanti deve essere sistemato, in corrispondenza del piano raggiunto, un regolare ponte di sicurezza a sbalzo con larghezza utile di almeno 1,2 metri. Per la realizzazione dei pilastri è necessario servirsi degli appositi trabattelli.

**Realizzazione dei solai.** Durante la formazione dei solai si deve procedere ad eseguire le operazioni di carpenteria operando il più possibile dal solaio sottostante, con l'ausilio di scale, trabattelli, ponti mobili, ponti su cavalletti, ponti a telaio. Quando per il completamento delle operazioni si rende necessario accedere al piano di carpenteria prima che quest'ultimo sia completo di impalcato e quando si rende necessario operare al di sopra di strutture reticolari (travetti) per l'appoggio dei laterizi è necessario ricorrere all'impiego di sottopalchi o reti di sicurezza.

**Vani liberi e rampe scale.** I vani liberi all'interno della struttura devono essere coperti con materiale pedonabile o protetti su tutti i lati liberi con solido parapetto; anche le rampe delle scale in costruzione devono essere munite di parapetto.

- d) **Nelle lavorazioni:** Fornitura e posa di ringhiera;

## RISCHIO: "Caduta di materiale dall'alto o a livello"

### Descrizione del Rischio:

Lesioni causate dall'investimento di masse cadute dall'alto, durante le operazioni di trasporto di materiali o per caduta degli stessi da opere provvisorie, o a livello, a seguito di demolizioni mediante esplosivo o a spinta da parte di materiali frantumati proiettati a distanza.

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi; Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere; Allestimento di servizi sanitari del cantiere ; Posa condotta in PVC e canalette prefabbricate; Smobilizzo del cantiere;

*Prescrizioni Esecutive:*

Gli addetti all'imbracatura devono seguire le seguenti indicazioni: **a)** verificare che il carico sia stato imbracato correttamente; **b)** accompagnare inizialmente il carico fuori dalla zona di interferenza con attrezzature, ostacoli o materiali eventualmente presenti; **c)** allontanarsi dalla traiettoria del carico durante la fase di sollevamento; **d)** non sostare in attesa sotto la traiettoria del carico; **e)** avvicinarsi al carico in arrivo per pilotarlo fuori dalla zona di interferenza con eventuali ostacoli presenti; **f)** accertarsi della stabilità del carico prima di sganciarlo; **g)** accompagnare il gancio fuori dalla zona impegnata da attrezzature o materiali durante la manovra di richiamo.

- b) Nelle lavorazioni:** Posa in opera del geotessuto di rinforzo;  
**c) Nelle lavorazioni:** Orditura e Getti;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Imbracatura dei carichi.** Gli addetti all'imbracatura devono seguire le seguenti indicazioni: **a)** verificare che il carico sia stato imbracato correttamente; **b)** accompagnare inizialmente il carico fuori dalla zona di interferenza con attrezzature, ostacoli o materiali eventualmente presenti; **c)** allontanarsi dalla traiettoria del carico durante la fase di sollevamento; **d)** non sostare in attesa sotto la traiettoria del carico; **e)** avvicinarsi al carico in arrivo per pilotarlo fuori dalla zona di interferenza con eventuali ostacoli presenti; **f)** accertarsi della stabilità del carico prima di sganciarlo; **g)** accompagnare il gancio fuori dalla zona impegnata da attrezzature o materiali durante la manovra di richiamo.

## **RISCHIO: Chimico**

### **Descrizione del Rischio:**

Rischi per la salute dei lavoratori per impiego di agenti chimici in ogni tipo di procedimento, compresi la produzione, la manipolazione, l'immagazzinamento, il trasporto o l'eliminazione e il trattamento dei rifiuti, o che risultino da tale attività lavorativa. Per tutti i dettagli inerenti l'analisi del rischio (schede di valutazione, ecc) si rimanda al documento di valutazione specifico.

### **MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:**

- a) Nelle lavorazioni:** Orditura e Getti;

*Misure tecniche e organizzative:*

**Misure generali.** A seguito di valutazione dei rischi, al fine di eliminare o, comunque ridurre al minimo, i rischi derivanti da agenti chimici pericolosi, devono essere adottate adeguate misure generali di protezione e prevenzione: **a)** la progettazione e l'organizzazione dei sistemi di lavorazione sul luogo di lavoro deve essere effettuata nel rispetto delle condizioni di salute e sicurezza dei lavoratori; **b)** le attrezzature di lavoro fornite devono essere idonee per l'attività specifica e mantenute adeguatamente; **c)** il numero di lavoratori presenti durante l'attività specifica deve essere quello minimo in funzione della necessità della lavorazione; **d)** la durata e l'intensità dell'esposizione ad agenti chimici pericolosi deve essere ridotta al minimo; **e)** devono essere fornite indicazioni in merito alle misure igieniche da rispettare per il mantenimento delle condizioni di salute e sicurezza dei lavoratori; **f)** le quantità di agenti presenti sul posto di lavoro, devono essere ridotte al minimo, in funzione delle necessità di lavorazione; **g)** devono essere adottati metodi di lavoro appropriati comprese le disposizioni che garantiscono la sicurezza nella manipolazione, nell'immagazzinamento e nel trasporto sul luogo di lavoro di agenti chimici pericolosi e dei rifiuti che contengono detti agenti.

## **RISCHIO: "Elettrocuzione"**

### **Descrizione del Rischio:**

Elettrocuzione per contatto diretto o indiretto con parti dell'impianto elettrico in tensione o folgorazione dovuta a caduta di fulmini in prossimità del lavoratore.

### **MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:**

- a) Nelle lavorazioni:** Realizzazione di impianto elettrico del cantiere;

*Prescrizioni Organizzative:*

I lavori su impianti o apparecchiature elettriche devono essere effettuati solo da imprese singole o associate (elettricisti) abilitate che dovranno rilasciare, prima della messa in esercizio dell'impianto, la "dichiarazione di conformità".

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 82; D.M. 22 gennaio 2008 n.37.

## **RISCHIO: "Inalazione polveri, fibre"**

### **Descrizione del Rischio:**

Lesioni all'apparato respiratorio ed in generale alla salute del lavoratore derivanti dall'esposizione per l'impiego diretto di materiali in grana minuta, in polvere o in fibrosi e/o derivanti da lavorazioni o operazioni che ne comportano l'emissione.

### **MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:**

- a) **Nelle lavorazioni:** Preparazione dell' area;
- b) **Nelle lavorazioni:** Casseri metallici di contenimento;
- c) **Nelle lavorazioni:** Fornitura e posa in opera del terreno di formazione del rilevato e del terreno vegetale;

## RISCHIO: "Investimento"

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Casseri metallici di contenimento;

## RISCHIO: "Investimento, ribaltamento"

### Descrizione del Rischio:

Lesioni causate dall'investimento ad opera di macchine operatrici o conseguenti al ribaltamento delle stesse.

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Preparazione dell' area;
- b) **Nelle lavorazioni:** Fornitura e posa in opera del terreno di formazione del rilevato e del terreno vegetale;

## RISCHIO: M.M.C. (sollevamento e trasporto)

### Descrizione del Rischio:

Lesioni relative all'apparato scheletrico e/o muscolare durante la movimentazione manuale dei carichi con operazioni di trasporto o sostegno comprese le azioni di sollevare e deporre i carichi. Per tutti i dettagli inerenti l'analisi del rischio (schede di valutazione, ecc) si rimanda al documento di valutazione specifico.

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere; Realizzazione della viabilità del cantiere;

*Misure tecniche e organizzative:*

**Organizzazione del lavoro.** Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni: **a)** l'ambiente di lavoro (temperatura, umidità e ventilazione) deve presentare condizioni microclimatiche adeguate; **b)** gli spazi dedicati alla movimentazione devono essere adeguati; **c)** il sollevamento dei carichi deve essere eseguito sempre con due mani e da una sola persona; **d)** il carico da sollevare non deve essere estremamente freddo, caldo o contaminato; **e)** le altre attività di movimentazione manuale devono essere minimali; **f)** deve esserci adeguata frizione tra piedi e pavimento; **g)** i gesti di sollevamento devono essere eseguiti in modo non brusco.

## RISCHIO: "Movimentazione manuale dei carichi"

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Casseri metallici di contenimento; Posa in opera del geotessuto di rinforzo;

## RISCHIO: "Punture, tagli, abrasioni"

### Descrizione del Rischio:

Lesioni per punture, tagli, abrasioni di parte del corpo per contatto accidentale dell'operatore con elementi taglienti o pungenti o comunque capaci di procurare lesioni.

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Casseri metallici di contenimento;
- b) **Nelle lavorazioni:** Posa in opera del geotessuto di rinforzo;
- c) **Nelle lavorazioni:** Casseratura;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** maschera con filtro specifico; **e)** guanti; **f)** calzature di sicurezza; **g)** indumenti protettivi.

**d) Nelle lavorazioni:** Orditura e Getti;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Ferri d'attesa.** I ferri d'attesa delle strutture in c.a. devono essere protetti contro il contatto accidentale; la protezione può essere ottenuta attraverso la conformazione dei ferri o con l'apposizione di una copertura in materiale resistente.

**Disarmo.** Prima di permettere l'accesso alle zone in cui è stato effettuato il disarmo delle strutture si deve provvedere alla rimozione di tutti i chiodi e di tutte le punte.

## **RISCHIO: Rumore**

### **Descrizione del Rischio:**

Per tutti i dettagli inerenti l'analisi del rischio (schede di valutazione, ecc) si rimanda al documento di valutazione specifico.

### **MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:**

**a) Nelle lavorazioni:** Preparazione dell' area;

**Nelle macchine:** Autocarro; Autogrù; Autocarro con gru; Pala meccanica; Escavatore; Autobotte;

**Fascia di appartenenza.** Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".

*Misure tecniche e organizzative:*

**Organizzazione del lavoro.** Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni: **a)** scelta di attrezzature di lavoro adeguate, tenuto conto del lavoro da svolgere, che emettano il minor rumore possibile; **b)** adozione di metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore; **c)** riduzione del rumore mediante una migliore organizzazione del lavoro attraverso la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione e l'adozione di orari di lavoro appropriati, con sufficienti periodi di riposo; **d)** adozione di opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature e macchine di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro; **e)** progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro al fine di ridurre l'esposizione al rumore dei lavoratori; **f)** adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore trasmesso per via aerea, quali schermature, involucri o rivestimenti realizzati con materiali fonoassorbenti; **g)** adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore strutturale, quali sistemi di smorzamento o di isolamento; **h)** locali di riposo messi a disposizione dei lavoratori con rumorosità ridotta a un livello compatibile con il loro scopo e le loro condizioni di utilizzo.

**b) Nelle lavorazioni:** Orditura e Getti;

**Nelle macchine:** Dumper;

**Fascia di appartenenza.** Il livello di esposizione è "Maggiore dei valori superiori di azione: 85 dB(A) e 137 dB(C)".

*Misure tecniche e organizzative:*

**Organizzazione del lavoro.** Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni: **a)** scelta di attrezzature di lavoro adeguate, tenuto conto del lavoro da svolgere, che emettano il minor rumore possibile; **b)** adozione di metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore; **c)** riduzione del rumore mediante una migliore organizzazione del lavoro attraverso la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione e l'adozione di orari di lavoro appropriati, con sufficienti periodi di riposo; **d)** adozione di opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature e macchine di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro; **e)** progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro al fine di ridurre l'esposizione al rumore dei lavoratori; **f)** adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore trasmesso per via aerea, quali schermature, involucri o rivestimenti realizzati con materiali fonoassorbenti; **g)** adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore strutturale, quali sistemi di smorzamento o di isolamento; **h)** locali di riposo messi a disposizione dei lavoratori con rumorosità ridotta a un livello compatibile con il loro scopo e le loro condizioni di utilizzo.

**Segnalazione e delimitazione dell'ambiente di lavoro.** I luoghi di lavoro devono avere i seguenti requisiti: **a)** indicazione, con appositi segnali, dei luoghi di lavoro dove i lavoratori sono esposti ad un rumore al di sopra dei valori superiori di azione; **b)** ove ciò è tecnicamente possibile e giustificato dal rischio, delimitazione e accesso limitato delle aree, dove i lavoratori sono esposti ad un rumore al di sopra dei valori superiori di azione.

*Dispositivi di protezione individuale:*

Devono essere forniti: **a)** otoprotettori.

## **RISCHIO: "Scivolamenti, cadute a livello"**

### **Descrizione del Rischio:**

Lesioni a causa di scivolamenti e cadute sul piano di lavoro, provocati da presenza di grasso o sporco sui punti di appiglio e/o da cattive condizioni del posto di lavoro o della viabilità pedonale e/o dalla cattiva luminosità degli ambienti di lavoro.

### **MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:**

- a) **Nelle lavorazioni:** Preparazione dell' area;  
b) **Nelle lavorazioni:** Movimentazione autocarri e macchine operatrici; Tracciamento dell'asse di scavo; Intreccio di verghe; Scavo di solco al piede dell'opera; Rinterro delle fascine; Idrosemina;

*Prescrizioni Esecutive:*

L'area circostante il posto di lavoro dovrà essere sempre mantenuta in condizioni di ordine e pulizia ad evitare ogni rischio di inciampi o cadute.

- c) **Nelle lavorazioni:** Posa in opera del geotessuto di rinforzo;  
d) **Nelle lavorazioni:** Rinterro di scavo; Scavo a sezione ristretta; Posa condotta in PVC e canalette prefabbricate;

*Prescrizioni Esecutive:*

Il ciglio del fronte di scavo dovrà essere reso inaccessibile mediante barriere mobili, posizionate ad opportuna distanza di sicurezza e spostabili con l'avanzare del fronte dello scavo stesso. Dovrà provvedersi, inoltre, a segnalare la presenza dello scavo con opportuni cartelli. A scavo ultimato, tali barriere mobili provvisorie dovranno essere sostituite da regolari parapetti.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 118.

## **RISCHIO: "Seppellimento, sprofondamento"**

### **Descrizione del Rischio:**

Seppellimento e sprofondamento a seguito di slittamenti, frane, crolli o cedimenti nelle operazioni di scavi all'aperto o in sotterraneo, di demolizione, di manutenzione o pulizia all'interno di silos, serbatoi o depositi, di disarmo delle opere in c.a., di stoccaggio dei materiali, e altre.

### **MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:**

- a) **Nelle lavorazioni:** Fornitura e posa in opera del terreno di formazione del rilevato e del terreno vegetale;  
b) **Nelle lavorazioni:** Rinterro di scavo;

*Prescrizioni Esecutive:*

Nei lavori di rinterro con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai, oltre che nel campo di azione dell'escavatore, anche alla base dello scavo.

- c) **Nelle lavorazioni:** Scavo a sezione ristretta;

*Prescrizioni Organizzative:*

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scosscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 118.

## **RISCHIO: "Urti, colpi, impatti, compressioni"**

### **Descrizione del Rischio:**

Lesioni per colpi, impatti, compressioni a tutto il corpo o alle mani per contatto con utensili, attrezzi o apparecchi di tipo manuale o a seguito di urti con oggetti di qualsiasi tipo presenti nel cantiere.

### **MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:**

- a) **Nelle lavorazioni:** Posa in opera del geotessuto di rinforzo; Fornitura e posa in opera del terreno di formazione del rilevato e del terreno vegetale;

## **RISCHIO: Vibrazioni**

### **Descrizione del Rischio:**

Per tutti i dettagli inerenti l'analisi del rischio (schede di valutazione, ecc) si rimanda al documento di valutazione specifico.

### **MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:**

- a) **Nelle macchine:** Autocarro; Autogrù; Autocarro con gru; Autobotte;

**Fascia di appartenenza.** Mano-Braccio (HAV): "Non presente"; Corpo Intero (WBV): "Inferiore a 0,5 m/s<sup>2</sup>".

*Misure tecniche e organizzative:*

**Misure generali.** I rischi, derivanti dall'esposizione dei lavoratori a vibrazioni, devono essere eliminati alla fonte o ridotti al minimo.

**b) Nelle macchine:** Pala meccanica; Escavatore; Dumper;

**Fascia di appartenenza.** Mano-Braccio (HAV): "Non presente"; Corpo Intero (WBV): "Compreso tra 0,5 e 1 m/s<sup>2</sup>".

---

*Misure tecniche e organizzative:*

**Misure generali.** I rischi, derivanti dall'esposizione dei lavoratori a vibrazioni, devono essere eliminati alla fonte o ridotti al minimo.

**Organizzazione del lavoro.** Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni: **a)** i metodi di lavoro adottati devono essere quelli che richiedono la minore esposizione a vibrazioni meccaniche; **b)** la durata e l'intensità dell'esposizione a vibrazioni meccaniche deve essere opportunamente limitata al minimo necessario per le esigenze della lavorazione; **c)** l'orario di lavoro deve essere organizzato in maniera appropriata al tipo di lavoro da svolgere; **d)** devono essere previsti adeguati periodi di riposo in funzione del tipo di lavoro da svolgere.

**Attrezzature di lavoro.** Le attrezzature di lavoro impiegate: **a)** devono essere adeguate al lavoro da svolgere; **b)** devono essere concepite nel rispetto dei principi ergonomici; **c)** devono produrre il minor livello possibile di vibrazioni, tenuto conto del lavoro da svolgere; **d)** devono essere soggette ad adeguati programmi di manutenzione.

---

*Dispositivi di protezione individuale:*

Devono essere forniti: **a)** indumenti protettivi; **b)** dispositivi di smorzamento; **c)** sedili ammortizzanti.

# ATTREZZATURE utilizzate nelle Lavorazioni

## Elenco degli attrezzi:

- 1) Andatoie e Passerelle;
- 2) Attrezzi manuali;
- 3) Cannello per saldatura ossiacetilenica;
- 4) Pompa idrica;
- 5) Ponteggio metallico fisso;
- 6) Ponteggio mobile o trabattello;
- 7) Scala doppia;
- 8) Scala semplice;
- 9) Scala semplice;
- 10) Sega circolare;
- 11) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- 12) Trancia-piegaferri;
- 13) Trapano elettrico.

## Andatoie e Passerelle

Le andatoie e le passerelle sono opere provvisorie predisposte per consentire il collegamento di posti di lavoro collocati a quote differenti o separati da vuoti, come nel caso di scavi in trincea o ponteggi.

### Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Caduta dall'alto;
- 2) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

### Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) Andatoie e Passerelle: misure preventive e protettive;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Istruzioni per gli addetti:** **1)** verificare la stabilità e la completezza delle passerelle o andatoie, con particolare riguardo alle tavole che compongono il piano di calpestio ed ai parapetti; **2)** verificare la completezza e l'efficacia della protezione verso il vuoto (parapetto con arresto al piede); **3)** non sovraccaricare passerelle o andatoie con carichi eccessivi; **4)** verificare di non dover movimentare manualmente carichi superiori a quelli consentiti; **5)** segnalare al responsabile del cantiere eventuali non rispondenze a quanto indicato.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 130.

- 2) DPI: utilizzatore andatoie e passarelle;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti all'utilizzatore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** calzature di sicurezza; **b)** guanti; **c)** indumenti protettivi.

## Attrezzi manuali

Gli attrezzi manuali, presenti in tutte le fasi lavorative, sono sostanzialmente costituiti da una parte destinata all'impugnatura ed un'altra, variamente conformata, alla specifica funzione svolta.

### Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Punture, tagli, abrasioni;
- 2) Urti, colpi, impatti, compressioni;

### Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) Attrezzi manuali: misure preventive e protettive;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** **1)** controllare che l'utensile non sia deteriorato; **2)** sostituire i manici che presentano incrinature o scheggiature; **3)** verificare il corretto fissaggio del manico; **4)** selezionare il tipo di utensile adeguato all'impiego; **5)** per punte e scalpelli utilizzare idonei paracolpi ed eliminare le sbavature dalle impugnature.

**Durante l'uso:** **1)** impugnare saldamente l'utensile; **2)** assumere una posizione corretta e stabile; **3)** distanziare adeguatamente gli altri lavoratori; **4)** non utilizzare in maniera impropria l'utensile; **5)** non abbandonare gli utensili nei passaggi ed assicurarli da una eventuale caduta dall'alto; **6)** utilizzare adeguati contenitori per riporre gli utensili di piccola

taglia.

**Dopo l'uso:** 1) pulire accuratamente l'utensile; 2) riporre correttamente gli utensili; 3) controllare lo stato d'uso dell'utensile.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Titolo III, Capo 1; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Allegato 6.

- 2) DPI: utilizzatore attrezzi manuali;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti all'utilizzatore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** calzature di sicurezza; **c)** occhiali; **d)** guanti.

- 3) Attrezzi manuali: misure preventive e protettive;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** 1) controllare che l'utensile non sia deteriorato; 2) sostituire i manici che presentino incrinature o scheggiature; 3) verificare il corretto fissaggio del manico; 4) selezionare il tipo di utensile adeguato all'impiego; 5) per punte e scalpelli utilizzare idonei paracolpi ed eliminare le sbavature dalle impugnature.

**Durante l'uso:** 1) impugnare saldamente l'utensile; 2) assumere una posizione corretta e stabile; 3) distanziare adeguatamente gli altri lavoratori; 4) non utilizzare in maniera impropria l'utensile; 5) non abbandonare gli utensili nei passaggi ed assicurarli da una eventuale caduta dall'alto; 6) utilizzare adeguati contenitori per riporre gli utensili di piccola taglia.

**Dopo l'uso:** 1) pulire accuratamente l'utensile; 2) riporre correttamente gli utensili; 3) controllare lo stato d'uso dell'utensile.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 70; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Allegato 5; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Allegato 6.

- 4) DPI: utilizzatore attrezzi manuali;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

## Cannello per saldatura ossiacetilenica

Il cannello per saldatura ossiacetilenica è impiegato essenzialmente per operazioni di saldatura o taglio di parti metalliche.

### Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Inalazione fumi, gas, vapori;
- 2) Incendi, esplosioni;
- 3) Urti, colpi, impatti, compressioni;

### Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) Cannello per saldatura ossiacetilenica: misure preventive e protettive;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** 1) verificare l'assenza di gas o materiale infiammabile nell'ambiente o su tubazioni e/o serbatoi sui quali si effettuano gli interventi; 2) verificare la stabilità e il vincolo delle bombole sul carrello portabombole; 3) verificare l'integrità dei tubi in gomma e le connessioni tra le bombole ed il cannello; 4) controllare i dispositivi di sicurezza contro il ritorno di fiamma, in prossimità dell'impugnatura, dopo i riduttori di pressione e in particolare nelle tubazioni lunghe più di 5 m; 5) verificare la funzionalità dei riduttori di pressione e dei manometri; 6) in caso di lavorazione in ambienti confinati predisporre un adeguato sistema di aspirazione fumi e/o di ventilazione.

**Durante l'uso:** 1) trasportare le bombole con l'apposito carrello; 2) evitare di utilizzare la fiamma libera in corrispondenza delle bombole e delle tubazioni del gas; 3) non lasciare le bombole esposte ai raggi solari o ad altre fonti di calore; 4) nelle pause di lavoro spegnere la fiamma e chiudere l'afflusso del gas; 5) tenere un estintore sul posto di lavoro; 6) segnalare eventuali malfunzionamenti.

**Dopo l'uso:** 1) spegnere la fiamma chiudendo le valvole d'afflusso del gas; 2) riporre le bombole nel deposito di cantiere.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Titolo III, Capo 1; D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Allegato 6.

- 2) DPI: utilizzatore cannello per saldatura ossiacetilenica;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti all'utilizzatore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** calzature di sicurezza; **b)** occhiali; **c)** maschera; **d)** otoprotettori; **e)** guanti; **f)** grembiule per saldatore; **g)** indumenti protettivi.

## Pompa idrica

La pompa idrica è una pompa elettrica per l'aspirazione e sollevamento di acque.

### Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Annegamento;
- 2) Elettrocuzione;

- 3) Scivolamenti, cadute a livello;

### Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) Pompa idrica: misure preventive e protettive;

#### *Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** 1) controllare che tutte le parti visibili della pompa non siano danneggiate; 2) verificare l'integrità del cavo e della spina di alimentazione; 3) allacciare la macchina ad un impianto di alimentazione provvisto di un interruttore di comando e uno di protezione.

**Durante l'uso:** 1) per l'installazione di pompe di eccessivo peso utilizzare un apparecchio di sollevamento; 2) alimentare la pompa ad installazione ultimata; 3) durante il pompaggio controllare il livello dell'acqua; 4) nel caso di una pompa con pescante, evitare il contatto della stessa con l'acqua; 5) segnalare tempestivamente eventuali malfunzionamenti.

**Dopo l'uso:** 1) scollegare elettricamente la macchina; 2) pulire accuratamente la griglia di protezione della girante.

#### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Titolo III, Capo 1; D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Titolo III, Capo 3; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Allegato 6.

- 2) DPI: utilizzatore pompa idrica;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti all'utilizzatore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** stivali di sicurezza; **b)** guanti.

## Ponteggio metallico fisso

Il ponteggio metallico fisso è un'opera provvisoria realizzata per eseguire lavori di ingegneria civile, quali nuove costruzioni o ristrutturazioni e manutenzioni, ad altezze superiori ai 2 metri.

### Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Caduta dall'alto;
- 2) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- 3) Scivolamenti, cadute a livello;

### Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) Ponteggio metallico fisso: misure preventive e protettive;

#### *Prescrizioni Esecutive:*

**Istruzioni per gli addetti:** 1) verificare che il ponteggio venga conservato in buone condizioni di manutenzione, che la protezione contro gli agenti nocivi esterni sia efficace e che il marchio del costruttore si mantenga rintracciabile e decifrabile; 2) verificare la stabilità e integrità di tutti gli elementi del ponteggio ad intervalli periodici, dopo violente perturbazioni atmosferiche o prolungate interruzioni delle attività; 3) procedere ad un controllo più accurato quando si interviene in un cantiere già avviato, con il ponteggio già installato o in fase di completamento; 4) accedere ai vari piani del ponteggio in modo agevole e sicuro, utilizzando le apposite scale a mano sfalsate ad ogni piano, vincolate e protette verso il lato esterno; 5) non salire o scendere lungo gli elementi del ponteggio; 6) evitare di correre o saltare sugli intavolati del ponteggio; 7) evitare di gettare dall'alto materiali di qualsiasi genere o elementi metallici del ponteggio; 8) abbandonare il ponteggio in presenza di forte vento; 9) controllare che in cantiere siano conservate tutte le documentazioni tecniche necessarie e richieste relative all'installazione del ponteggio metallico; 10) verificare che gli elementi del ponteggio ancora ritenuti idonei al reimpiego siano tenuti separati dal materiale non più utilizzabile; 11) segnalare al responsabile del cantiere eventuali non rispondenze a quanto indicato.

#### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Titolo IV, Capo II, Sezione IV; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Titolo IV, Capo II, Sezione V; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Allegato 18, Punto 2.; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Allegato 18, Punto 3..

- 2) DPI: utilizzatore ponteggio metallico fisso;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** guanti; **b)** calzature di sicurezza; **c)** attrezzature anticaduta; **d)** indumenti protettivi.

#### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

## Ponteggio mobile o trabattello

Il ponteggio mobile su ruote o trabattello è un'opera provvisoria utilizzata per eseguire lavori di ingegneria civile, quali nuove costruzioni o ristrutturazioni e manutenzioni, ad altezze superiori ai 2 metri ma che non comportino grande impegno temporale.

### Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Caduta dall'alto;
- 2) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- 3) Urti, colpi, impatti, compressioni;

### Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) Ponteggio mobile o trabattello: misure preventive e protettive;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Istruzioni per gli addetti:** 1) verificare che il ponte su ruote sia realmente tale e non rientri nel regime imposto dalla autorizzazione ministeriale; 2) rispettare con scrupolo le prescrizioni e le indicazioni fornite dal costruttore; 3) verificare il buon stato di elementi, incastri, collegamenti; 4) montare il ponte in tutte le parti, con tutte le componenti; 5) accertare la perfetta planarità e verticalità della struttura e, se il caso, ripartire il carico del ponte sul terreno con tavoloni; 6) verificare l'efficacia del blocco ruote; 7) usare i ripiani in dotazione e non impalcati di fortuna; 8) predisporre sempre sotto il piano di lavoro un regolare sottoponte a non più di m 2,50; 9) verificare che non si trovino linee elettriche aeree a distanza inferiore alle distanze di sicurezza consentite (tali distanze di sicurezza variano in base alla tensione della linea elettrica in questione, e sono: mt 3, per tensioni fino a 1 kV, mt 3,5, per tensioni pari a 10 kV e pari a 15 kV, mt 5, per tensioni pari a 132 kV e mt 7, per tensioni pari a 220 kV e pari a 380 kV); 10) non installare sul ponte apparecchi di sollevamento; 11) non effettuare spostamenti con persone sopra.

*Riferimenti Normativi:*

D.M. 22 maggio 1992 n.466; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Titolo IV, Capo II, Sezione VI.

- 2) DPI: utilizzatore ponteggio mobile o trabattello;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti all'utilizzatore adeguati dispositivi di protezione individuale: a) casco; b) calzature di sicurezza; c) guanti.

- 3) Ponteggio mobile o trabattello: misure preventive e protettive;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Istruzioni per gli addetti:** 1) verificare che il ponte su ruote sia realmente tale e non rientri nel regime imposto dalla autorizzazione ministeriale; 2) rispettare con scrupolo le prescrizioni e le indicazioni fornite dal costruttore; 3) verificare il buon stato di elementi, incastri, collegamenti; 4) montare il ponte in tutte le parti, con tutte le componenti; 5) accertare la perfetta planarità e verticalità della struttura e, se il caso, ripartire il carico del ponte sul terreno con tavoloni; 6) verificare l'efficacia del blocco ruote; 7) usare i ripiani in dotazione e non impalcati di fortuna; 8) predisporre sempre sotto il piano di lavoro un regolare sottoponte a non più di m 2,50; 9) verificare che non si trovino linee elettriche aeree a distanza inferiore alle distanze di sicurezza consentite (tali distanze di sicurezza variano in base alla tensione della linea elettrica in questione, e sono: 3m, per tensioni fino a 1 kV, 3,5m, per tensioni pari a 10 kV e pari a 15 kV, 5m, per tensioni pari a 132 kV e 7m, per tensioni pari a 220 kV e pari a 380 kV); 10) non installare sul ponte apparecchi di sollevamento; 11) non effettuare spostamenti con persone sopra.

*Riferimenti Normativi:*

D.M. 22 maggio 1992 n.466; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Titolo IV, Capo II, Sezione VI.

- 4) DPI: utilizzatore ponteggio mobile o trabattello;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: a) guanti; b) calzature di sicurezza; c) indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

## Scala doppia

La scala doppia è adoperata per superare dislivelli o effettuare operazioni di carattere temporaneo a quote non altrimenti raggiungibili.

### Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Caduta dall'alto;
- 2) Cesoiamenti, stritolamenti;
- 3) Urti, colpi, impatti, compressioni;

### Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) Scala doppia: misure preventive e protettive;

*Prescrizioni Organizzative:*

**Caratteristiche di sicurezza:** 1) le scale doppie devono essere costruite con materiale adatto alle condizioni di impiego, possono quindi essere in ferro, alluminio o legno, ma devono essere sufficientemente resistenti ed avere dimensioni appropriate all'uso; 2) le scale in legno devono avere i pioli incastrati nei montanti che devono essere trattenuti con tiranti in ferro applicati sotto i due pioli estremi; le scale lunghe più di 4 m devono avere anche un tirante intermedio; 3) le scale doppie non devono superare l'altezza di 5 m; 4) le scale doppie devono essere provviste di catena o dispositivo analogo che impedisca l'apertura della scala oltre il limite prestabilito di sicurezza.

*Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** 1) e' vietata la riparazione dei pioli rotti con listelli di legno chiodati sui montanti; 2) le scale devono essere utilizzate solo su terreno stabile e in piano; 3) il sito dove viene installata la scala deve essere sgombro da eventuali materiali e lontano dai passaggi.

**Durante l'uso:** 1) durante gli spostamenti laterali nessun lavoratore deve trovarsi sulla scala; 2) la scala deve essere utilizzata da una sola persona per volta limitando il peso dei carichi da trasportare; 3) la salita e la discesa vanno effettuate con il viso rivolto verso la scala.

**Dopo l'uso:** 1) controllare periodicamente lo stato di conservazione delle scale provvedendo alla manutenzione necessaria; 2) le scale non utilizzate devono essere conservate in un luogo riparato dalle intemperie e, possibilmente, sospese ad appositi ganci; 3) segnalare immediatamente eventuali anomalie riscontrate, in particolare: pioli rotti, gioco fra gli incastri, fessurazioni, carenza dei dispositivi di arresto.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 113.

- 2) DPI: utilizzatore scala doppia;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti all'utilizzatore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** calzature di sicurezza; **c)** guanti.

## Scala semplice

La scala semplice è adoperata per superare dislivelli o effettuare operazioni di carattere temporaneo a quote non altrimenti raggiungibili.

### Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Caduta dall'alto;
- 2) Urti, colpi, impatti, compressioni;

### Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) Scala semplice: misure preventive e protettive;

*Prescrizioni Organizzative:*

**Caratteristiche di sicurezza:** 1) le scale a mano devono essere costruite con materiale adatto alle condizioni di impiego, possono quindi essere in ferro, alluminio o legno, ma devono essere sufficientemente resistenti ed avere dimensioni appropriate all'uso; 2) le scale in legno devono avere i pioli incastrati nei montanti che devono essere trattenuti con tiranti in ferro applicati sotto i due pioli estremi; le scale lunghe più di 4 m devono avere anche un tirante intermedio; 3) in tutti i casi le scale devono essere provviste di dispositivi antidrucciolo alle estremità inferiori dei due montanti e di elementi di trattenuta o di appoggi antidrucciolo alle estremità superiori.

*Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** 1) la scala deve sporgere a sufficienza oltre il piano di accesso (è consigliabile che tale sporgenza sia di almeno 1 m), curando la corrispondenza del piolo con lo stesso (è possibile far proseguire un solo montante efficacemente fissato); 2) le scale usate per l'accesso a piani successivi non devono essere poste una in prosecuzione dell'altra; 3) le scale poste sul filo esterno di una costruzione od opere provvisorie (ponteggi) devono essere dotate di corrimano e parapetto; 4) la scala deve distare dalla verticale di appoggio di una misura pari ad 1/4 della propria lunghezza; 5) è vietata la riparazione dei pioli rotti con listelli di legno chiodati sui montanti; 6) le scale posizionate su terreno cedevole vanno appoggiate su un'unica tavola di ripartizione; 7) il sito dove viene installata la scala deve essere sgombro da eventuali materiali e lontano dai passaggi.

**Durante l'uso:** 1) le scale non vincolate devono essere trattenute al piede da altra persona; 2) durante gli spostamenti laterali nessun lavoratore deve trovarsi sulla scala; 3) evitare l'uso di scale eccessivamente sporgenti oltre il piano di arrivo; 4) la scala deve essere utilizzata da una sola persona per volta limitando il peso dei carichi da trasportare; 5) quando vengono eseguiti lavori in quota, utilizzando scale ad elementi innestati, una persona deve esercitare da terra una continua vigilanza sulla scala; 6) la salita e la discesa vanno effettuate con il viso rivolto verso la scala.

**Dopo l'uso:** 1) controllare periodicamente lo stato di conservazione delle scale provvedendo alla manutenzione necessaria; 2) le scale non utilizzate devono essere conservate in un luogo riparato dalle intemperie e, possibilmente, sospese ad appositi ganci; 3) segnalare immediatamente eventuali anomalie riscontrate, in particolare: pioli rotti, gioco fra gli incastri, fessurazioni, carenza dei dispositivi antiscivolo e di arresto.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 113.

- 2) DPI: utilizzatore scala semplice;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti all'utilizzatore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** calzature di sicurezza; **c)** guanti.

## Scala semplice

La scala a mano semplice è adoperata per superare dislivelli o effettuare operazioni di carattere temporaneo a quote non altrimenti raggiungibili.

### Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Caduta dall'alto;
- 2) Movimentazione manuale dei carichi;
- 3) Urti, colpi, impatti, compressioni;

## Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) Scala semplice: misure preventive e protettive;

### *Prescrizioni Organizzative:*

**Caratteristiche di sicurezza:** **1)** le scale a mano devono essere costruite con materiale adatto alle condizioni di impiego, possono quindi essere in ferro, alluminio o legno, ma devono essere sufficientemente resistenti ed avere dimensioni appropriate all'uso; **2)** le scale in legno devono avere i pioli incastrati nei montanti che devono essere trattenuti con tiranti in ferro applicati sotto i due pioli estremi; le scale lunghe più di 4 m devono avere anche un tirante intermedio; **3)** in tutti i casi le scale devono essere provviste di dispositivi antisdrucchio alle estremità inferiori dei due montanti e di elementi di trattenuta o di appoggi antisdrucchio alle estremità superiori.

### *Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** **1)** la scala deve sporgere a sufficienza oltre il piano di accesso (è consigliabile che tale sporgenza sia di almeno 1 m), curando la corrispondenza del piolo con lo stesso (è possibile far proseguire un solo montante efficacemente fissato); **2)** le scale usate per l'accesso a piani successivi non devono essere poste una in prosecuzione dell'altra; **3)** le scale poste sul filo esterno di una costruzione od opere provvisorie (ponteggi) devono essere dotate di corrimano e parapetto; **4)** la scala deve distare dalla verticale di appoggio di una misura pari ad 1/4 della propria lunghezza; **5)** è vietata la riparazione dei pioli rotti con listelli di legno chiodati sui montanti; **6)** le scale posizionate su terreno cedevole vanno appoggiate su un'unica tavola di ripartizione; **7)** il sito dove viene installata la scala deve essere sgombro da eventuali materiali e lontano dai passaggi.

**Durante l'uso:** **1)** le scale non vincolate devono essere trattenute al piede da altra persona; **2)** durante gli spostamenti laterali nessun lavoratore deve trovarsi sulla scala; **3)** evitare l'uso di scale eccessivamente sporgenti oltre il piano di arrivo; **4)** la scala deve essere utilizzata da una sola persona per volta limitando il peso dei carichi da trasportare; **5)** quando vengono eseguiti lavori in quota, utilizzando scale ad elementi innestati, una persona deve esercitare da terra una continua vigilanza sulla scala; **6)** la salita e la discesa vanno effettuate con il viso rivolto verso la scala.

**Dopo l'uso:** **1)** controllare periodicamente lo stato di conservazione delle scale provvedendo alla manutenzione necessaria; **2)** le scale non utilizzate devono essere conservate in un luogo riparato dalle intemperie e, possibilmente, sospese ad appositi ganci; **3)** segnalare immediatamente eventuali anomalie riscontrate, in particolare: pioli rotti, gioco fra gli incastri, fessurazioni, carenza dei dispositivi antiscivolo e di arresto.

### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 70; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 113; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Allegato 5; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Allegato 6.

- 2) DPI: utilizzatore scala semplice;

### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza.

### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

## Sega circolare

La sega circolare, quasi sempre presente nei cantieri, viene utilizzata per il taglio del legname da carpenteria e/o per quello usato nelle diverse lavorazioni.

## Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Elettrocuzione;
- 2) Inalazione polveri, fibre;
- 3) Punture, tagli, abrasioni;
- 4) Rumore;
- 5) Scivolamenti, cadute a livello;
- 6) Urti, colpi, impatti, compressioni;

## Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) Sega circolare: misure preventive e protettive;

### *Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** **1)** verificare la presenza ed efficienza della cuffia di protezione registrabile o a caduta libera sul banco di lavoro in modo tale che risulti libera la sola parte attiva del disco necessaria per effettuare la lavorazione; **2)** verificare la presenza ed efficienza del coltello divisore in acciaio posto dietro la lama e registrato a non più di 3 mm. dalla dentatura del disco (il suo scopo è quello di tenere aperto il taglio, quando si taglia legname per lungo, al fine di evitare il possibile rifiuto del pezzo o l'eccessivo attrito delle parti tagliate contro le facciate del disco); **3)** verificare la presenza e l'efficienza degli schermi ai due lati del disco nella parte sottostante il banco di lavoro, in modo tale che sia evitato il contatto di tale parte di lama per azioni accidentali (come ad esempio potrebbe accadere durante l'azionamento dell'interruttore di manovra); **4)** verificare la presenza ed efficienza degli spingitoidi di legno per aiutarsi nel taglio di piccoli pezzi (se ben conformati ed utilizzati evitano di portare le mani troppo vicino al disco o comunque sulla sua traiettoria); **5)** verificare la stabilità della macchina (le vibrazioni eccessive possono provocare lo sbandamento del pezzo in lavorazione o delle mani che trattengono il pezzo); **6)** verificare la pulizia dell'area circostante la macchina, in particolare di quella corrispondente al posto di lavoro (eventuale materiale depositato può provocare inciampi o scivolamenti); **7)** verificare la pulizia della superficie del banco di lavoro (eventuale materiale depositato può costituire intralcio durante l'uso e distrarre l'addetto dall'operazione di taglio); **8)** verificare l'integrità dei collegamenti elettrici e di terra dei fusibili e delle coperture delle parti sotto tensione (scatole

morsettiere - interruttori); **9**) verificare il buon funzionamento dell'interruttore di manovra; **10**) verificare la disposizione del cavo di alimentazione (non deve intralciare le manovre, non deve essere soggetto ad urti o danneggiamenti con il materiale lavorato o da lavorare, non deve intralciare i passaggi).

**Durante l'uso:** **1**) registrare la cuffia di protezione in modo tale che l'imbocco venga a sfiorare il pezzo in lavorazione o verificare che sia libera di alzarsi al passaggio del pezzo in lavorazione e di abbassarsi sul banco di lavoro, per quelle basculanti; **2**) per tagli di piccoli pezzi e, comunque, per quei tagli in cui le mani si verrebbero a trovare in prossimità del disco o sulla sua traiettoria, è indispensabile utilizzare spingitoidi; **3**) non distrarsi durante il taglio del pezzo; **4**) normalmente la cuffia di protezione è anche un idoneo dispositivo atto a trattenere le schegge; **5**) usare gli occhiali, se nella lavorazione specifica la cuffia di protezione risultasse insufficiente a trattenere le schegge.

**Dopo l'uso:** **1**) la macchina potrebbe venire utilizzata da altra persona, quindi deve essere lasciata in perfetta efficienza; **2**) lasciare il banco di lavoro libero da materiali; **3**) lasciare la zona circostante pulita con particolare riferimento a quella corrispondente al posto di lavoro; **4**) verificare l'efficienza delle protezioni; **5**) segnalare le eventuali anomalie al responsabile del cantiere.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Titolo III, Capo 1; D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Titolo III, Capo 3; D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Allegato 6.

- 2) DPI: utilizzatore sega circolare;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti all'utilizzatore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a**) casco; **b**) calzature di sicurezza; **c**) occhiali; **d**) ottoprotettori; **e**) guanti.

- 3) Sega circolare: misure preventive e protettive;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** **1**) verificare la presenza ed efficienza della cuffia di protezione registrabile o a caduta libera sul banco di lavoro in modo tale che risulti libera la sola parte attiva del disco necessaria per effettuare la lavorazione; **2**) verificare la presenza ed efficienza del coltello divisore in acciaio posto dietro la lama e registrato a non più di 3 mm. dalla dentatura del disco (il suo scopo è quello di tenere aperto il taglio, quando si taglia legname per lungo, al fine di evitare il possibile rifiuto del pezzo o l'eccessivo attrito delle parti tagliate contro le facciate del disco); **3**) verificare la presenza e l'efficienza degli schermi ai due lati del disco nella parte sottostante il banco di lavoro, in modo tale che sia evitato il contatto di tale parte di lama per azioni accidentali (come ad esempio potrebbe accadere durante l'azionamento dell'interruttore di manovra); **4**) verificare la presenza ed efficienza degli spingitoidi di legno per aiutarsi nel taglio di piccoli pezzi (se ben conformati ed utilizzati evitano di portare le mani troppo vicino al disco o comunque sulla sua traiettoria); **5**) verificare la stabilità della macchina (le vibrazioni eccessive possono provocare lo sbandamento del pezzo in lavorazione o delle mani che trattengono il pezzo); **6**) verificare la pulizia dell'area circostante la macchina, in particolare di quella corrispondente al posto di lavoro (eventuale materiale depositato può provocare inciampi o scivolamenti); **7**) verificare la pulizia della superficie del banco di lavoro (eventuale materiale depositato può costituire intralcio durante l'uso e distrarre l'addetto dall'operazione di taglio); **8**) verificare l'integrità dei collegamenti elettrici e di terra dei fusibili e delle coperture delle parti sotto tensione (scatole morsettiere - interruttori); **9**) verificare il buon funzionamento dell'interruttore di manovra; **10**) verificare la disposizione del cavo di alimentazione (non deve intralciare le manovre, non deve essere soggetto ad urti o danneggiamenti con il materiale lavorato o da lavorare, non deve intralciare i passaggi).

**Durante l'uso:** **1**) registrare la cuffia di protezione in modo tale che l'imbocco venga a sfiorare il pezzo in lavorazione o verificare che sia libera di alzarsi al passaggio del pezzo in lavorazione e di abbassarsi sul banco di lavoro, per quelle basculanti; **2**) per tagli di piccoli pezzi e, comunque, per quei tagli in cui le mani si verrebbero a trovare in prossimità del disco o sulla sua traiettoria, è indispensabile utilizzare spingitoidi; **3**) non distrarsi durante il taglio del pezzo; **4**) normalmente la cuffia di protezione è anche un idoneo dispositivo atto a trattenere le schegge; **5**) usare gli occhiali, se nella lavorazione specifica la cuffia di protezione risultasse insufficiente a trattenere le schegge.

**Dopo l'uso:** **1**) la macchina potrebbe venire utilizzata da altra persona, quindi deve essere lasciata in perfetta efficienza; **2**) lasciare il banco di lavoro libero da materiali; **3**) lasciare la zona circostante pulita con particolare riferimento a quella corrispondente al posto di lavoro; **4**) verificare l'efficienza delle protezioni; **5**) segnalare le eventuali anomalie al responsabile del cantiere.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 70; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 80; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Allegato 5; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Allegato 6.

- 4) DPI: utilizzatore sega circolare;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a**) casco; **b**) ottoprotettori; **c**) occhiali protettivi; **d**) guanti; **e**) calzature di sicurezza.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

## Smerigliatrice angolare (flessibile)

La smerigliatrice angolare, più conosciuta come mola a disco o flessibile o flex, è un utensile portatile che reca un disco ruotante la cui funzione è quella di tagliare, smussare, lisciare superfici.

### Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Elettrocuzione;
- 2) Inalazione polveri, fibre;
- 3) Punture, tagli, abrasioni;

### Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) Smerigliatrice angolare (flessibile): misure preventive e protettive;

#### *Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** 1) verificare che l'utensile sia a doppio isolamento (220 V); 2) controllare che il disco sia idoneo al lavoro da eseguire; 3) controllare il fissaggio del disco; 4) verificare l'integrità delle protezioni del disco e del cavo di alimentazione; 5) verificare il funzionamento dell'interruttore.

**Durante l'uso:** 1) impugnare saldamente l'utensile per le due maniglie; 2) eseguire il lavoro in posizione stabile; 3) non intralciare i passaggi con il cavo di alimentazione; 4) non manomettere la protezione del disco; 5) interrompere l'alimentazione elettrica durante le pause di lavoro; 6) verificare l'integrità del cavo e della spina di alimentazione.

**Dopo l'uso:** 1) staccare il collegamento elettrico dell'utensile; 2) controllare l'integrità del disco e del cavo di alimentazione; 3) pulire l'utensile; 4) segnalare eventuali malfunzionamenti.

#### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Titolo III, Capo 1; D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Titolo III, Capo 3; D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Allegato 6.

- 2) DPI: utilizzatore smerigliatrice angolare (flessibile);

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti all'utilizzatore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** calzature di sicurezza; **c)** occhiali; **d)** maschera; **e)** otoprotettori; **f)** guanti antivibrazioni; **g)** indumenti protettivi.

## Trancia-piegaferrì

La trancia-piegaferrì è un'attrezzatura utilizzata per sagomare i ferri di armatura, e le relative staffe, dei getti di conglomerato cementizio armato.

### Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- 2) Cesoiamenti, stritolamenti;
- 3) Elettrocuzione;
- 4) Punture, tagli, abrasioni;
- 5) Rumore;
- 6) Scivolamenti, cadute a livello;

### Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) Trancia-piegaferrì: misure preventive e protettive;

#### *Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** 1) Accertati dell'integrità dei collegamenti e dei conduttori elettrici e di messa a terra visibili; assicurati dell'integrità delle protezioni e dei ripari alle morsettiere e del buon funzionamento degli interruttori elettrici di azionamento e di manovra; 2) Controlla la presenza ed il buono stato della protezione sovrastante il posto di manovra (tettoia); 3) Accertati della stabilità della macchina; 4) Accertati dell'adeguatezza dell'area di lavoro circostante il banco di lavorazione; 5) Assicurati dell'efficienza del pedale di comando e dell'interruttore; 6) Prendi visione della posizione del comando per l'arresto d'emergenza e verificane l'efficienza; 7) Accertati della presenza e dell'efficienza delle protezioni da contatto accidentale relative agli organi di manovra e agli altri organi di trasmissione del moto (pulegge, cinghie, ingranaggi, ecc.) e del buon funzionamento dei pulsanti e dei dispositivi di arresto.

**Durante l'uso:** 1) Verifica la disposizione dei cavi di alimentazione affinché non intralcino i posti di lavoro e i passaggi, e non siano soggetti a danneggiamenti meccanici da parte del materiale da lavorare e lavorato; 2) Presta particolare attenzione nel mantenere ad adeguata distanza le mani dagli organi lavoratori; 3) Qualora debbano essere eseguite lavorazioni o tagli su piccoli pezzi, utilizza le apposite attrezzature speciali per trattenere e movimentare il pezzo in prossimità degli organi lavoratori; 4) Evita di tagliare più tondini o barre contemporaneamente; 5) Mantieni sgombro da materiali il banco di lavoro; 6) Evita assolutamente di rimuovere i dispositivi di protezione; 7) Informa tempestivamente il preposto e/o il datore di lavoro, di malfunzionamenti o pericoli che dovessero evidenziarsi durante il lavoro.

**Dopo l'uso:** 1) Verifica di aver aperto tutti i circuiti elettrici della macchina (interrotto ogni operatività) e l'interruttore generale di alimentazione al quadro; 2) Effettua tutte le operazioni di revisione e manutenzione della macchina secondo quanto indicato nel libretto e sempre dopo esserti accertato che la macchina sia spenta e non riavviabile da terzi accidentalmente; 3) Pulisci la macchina da eventuali residui di materiale e, in particolare, verifica che il materiale lavorato o da lavorare non sia accidentalmente venuto ad interferire sui conduttori di alimentazione e/o messa a terra.

#### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 70; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 80; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Allegato 5; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Allegato 6.

- 2) DPI: utilizzatore trancia-piegaferrì;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

#### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

## Trapano elettrico

Il trapano è un utensile di uso comune adoperato per praticare fori sia in strutture murarie che in qualsiasi materiale.

### Rischi generati dall'uso dell'Attrezzo:

- 1) Elettrocuzione;
- 2) Inalazione polveri, fibre;
- 3) Punture, tagli, abrasioni;

### Misure Preventive e Protettive relative all'Attrezzo:

- 1) Trapano elettrico: misure preventive e protettive;

#### *Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** **1)** verificare che l'utensile sia a doppio isolamento (220V), o alimentato a bassissima tensione di sicurezza (50V), comunque non collegato elettricamente a terra; **2)** verificare l'integrità e l'isolamento dei cavi e della spina di alimentazione; **3)** verificare il funzionamento dell'interruttore; **4)** controllare il regolare fissaggio della punta.

**Durante l'uso:** **1)** eseguire il lavoro in condizioni di stabilità adeguata; **2)** interrompere l'alimentazione elettrica durante le pause di lavoro; **3)** non intralciare i passaggi con il cavo di alimentazione.

**Dopo l'uso:** **1)** staccare il collegamento elettrico dell'utensile; **2)** pulire accuratamente l'utensile; **3)** segnalare eventuali malfunzionamenti.

#### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Titolo III, Capo 1; D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Titolo III, Capo 3; D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Allegato 6.

- 2) DPI: utilizzatore trapano elettrico;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti all'utilizzatore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** calzature di sicurezza; **b)** maschera; **c)** otoprotettori; **d)** guanti.

# MACCHINE utilizzate nelle Lavorazioni

## Elenco delle macchine:

- 1) Autobotte;
- 2) Autocarro;
- 3) Autocarro con gru;
- 4) Autogrù;
- 5) Dumper;
- 6) Escavatore;
- 7) Pala meccanica.

## Autobotte

L'autobotte è un mezzo d'opera destinato al trasporto di liquidi e al loro spruzzo o sollevamento.

### Rischi generati dall'uso della Macchina:

- 1) Cesoiamenti, stritolamenti;
- 2) Getti, schizzi;
- 3) Incendi, esplosioni;
- 4) Investimento, ribaltamento;
- 5) Rumore;
- 6) Scivolamenti, cadute a livello;
- 7) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- 8) Vibrazioni;

### Misure Preventive e Protettive relative alla Macchina:

- 1) Autobotte: misure preventive e protettive;

#### *Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** 1) verificare l'efficienza delle luci, dei dispositivi di segnalazione acustici e luminosi; 2) garantire la visibilità del posto di guida; 3) verificare accuratamente l'efficienza dei dispositivi frenanti e di tutti i comandi di guida; 4) verificare l'efficienza dei comandi; 5) verificare l'efficienza delle protezioni degli organi in movimento; 6) verificare l'efficienza della scaletta e dell'eventuale dispositivo di blocco in posizione di riposo; 8) verificare l'integrità delle tubazioni; 9) controllare che i percorsi in cantiere siano adeguati per la stabilità del mezzo; 10) verificare la presenza in cabina di un estintore; 11) Posizionare il mezzo utilizzando gli stabilizzatori.

**Durante l'uso:** 1) segnalare l'operatività del mezzo col girofaro in area di cantiere; 2) adeguare la velocità ai limiti stabiliti in cantiere e transitare a passo d'uomo in prossimità dei posti di lavoro; 3) richiedere l'aiuto di personale a terra per eseguire le manovre in spazi ristretti o quando la visibilità è incompleta; 4) non transitare o stazionare in prossimità del bordo degli scavi; 5) durante i rifornimenti di carburante spegnere il motore e non fumare; 9) segnalare tempestivamente eventuali gravi guasti.

**Dopo l'uso:** 1) eseguire le operazioni di revisione e manutenzione necessarie al reimpiego, con particolare riguardo ai pneumatici ed i freni, segnalando eventuali anomalie; 2) pulire convenientemente il mezzo curando gli organi di comando.

#### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Titolo III, Capo 1; D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Allegato 6.

- 2) DPI: operatore autobotte;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti all'operatore adeguati dispositivi di protezione individuale: a) casco; b) calzature di sicurezza; c) occhiali; d) guanti; e) indumenti protettivi.

## Autocarro

L'autocarro è un mezzo d'opera utilizzato per il trasporto di mezzi, materiali da costruzione, materiali di risulta ecc.

### Rischi generati dall'uso della Macchina:

- 1) Cesoiamenti, stritolamenti;
- 2) Getti, schizzi;
- 3) Inalazione polveri, fibre;
- 4) Incendi, esplosioni;
- 5) Investimento, ribaltamento;
- 6) Rumore;
- 7) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- 8) Vibrazioni;

## Misure Preventive e Protettive relative alla Macchina:

- 1) Autocarro: misure preventive e protettive;

### *Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** 1) verificare accuratamente l'efficienza dei dispositivi frenanti e di tutti i comandi in genere; 2) verificare l'efficienza delle luci, dei dispositivi di segnalazione acustici e luminosi; 3) garantire la visibilità del posto di guida; 4) controllare che i percorsi in cantiere siano adeguati per la stabilità del mezzo; 5) verificare la presenza in cabina di un estintore.

**Durante l'uso:** 1) segnalare l'operatività del mezzo col girofaro in area di cantiere; 2) non trasportare persone all'interno del cassone; 3) adeguare la velocità ai limiti stabiliti in cantiere e transitare a passo d'uomo in prossimità dei posti di lavoro; 4) richiedere l'aiuto di personale a terra per eseguire le manovre in spazi ristretti o quando la visibilità è incompleta; 5) non azionare il ribaltabile con il mezzo in posizione inclinata; 6) non superare la portata massima; 7) non superare l'ingombro massimo; 8) posizionare e fissare adeguatamente il carico in modo che risulti ben distribuito e che non possa subire spostamenti durante il trasporto; 9) non caricare materiale sfuso oltre l'altezza delle sponde; 10) assicurarsi della corretta chiusura delle sponde; 11) durante i rifornimenti di carburante spegnere il motore e non fumare; 12) segnalare tempestivamente eventuali gravi guasti.

**Dopo l'uso:** 1) eseguire le operazioni di revisione e manutenzione necessarie al reimpiego, con particolare riguardo per pneumatici e freni, segnalando eventuali anomalie; 2) pulire convenientemente il mezzo curando gli organi di comando.

### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Titolo III, Capo 1; D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Allegato 6.

- 2) DPI: operatore autocarro;

### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti all'operatore adeguati dispositivi di protezione individuale: a) casco; b) calzature di sicurezza; c) guanti; d) indumenti protettivi.

## Autocarro con gru

L'autocarro è un mezzo d'opera utilizzato per il trasporto di materiali da costruzione e il carico e lo scarico degli stessi mediante gru

### Rischi generati dall'uso della Macchina:

- 1) Cesoiamenti, stritolamenti;
- 2) Elettrocuzione;  
Elettrocuzione per contatto diretto o indiretto con parti dell'impianto elettrico in tensione o folgorazione dovuta a caduta di fulmini in prossimità del lavoratore.
- 3) Getti, schizzi;
- 4) Inalazione polveri, fibre;
- 5) Incendi, esplosioni;
- 6) Investimento, ribaltamento;
- 7) Rumore;
- 8) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- 9) Vibrazioni;

## Misure Preventive e Protettive relative alla Macchina:

- 1) Autocarro con gru: misure preventive e protettive;

### *Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** 1) verificare accuratamente l'efficienza dei dispositivi frenanti e di tutti i comandi in genere; 2) verificare l'efficienza delle luci, dei dispositivi di segnalazione acustici e luminosi; 3) garantire la visibilità del posto di guida; 4) controllare che i percorsi in cantiere siano adeguati per la stabilità del mezzo; 5) verificare che nella zona di lavoro non vi siano linee elettriche aeree che possano interferire con le manovre; 6) verificare l'integrità dei tubi flessibili e dell'impianto oleodinamico in genere; 7) ampliare con apposite plance la superficie di appoggio degli stabilizzatori; 8) verificare l'efficienza della gru, compresa la sicura del gancio; 9) verificare la presenza in cabina di un estintore.

**Durante l'uso:** 1) adeguare la velocità ai limiti stabiliti in cantiere e transitare a passo d'uomo in prossimità dei posti di lavoro; 2) non azionare la gru con il mezzo in posizione inclinata; 3) non superare la portata massima e del mezzo e dell'apparecchio di sollevamento; 4) non superare l'ingombro massimo; 5) posizionare e fissare adeguatamente il carico in modo che risulti ben distribuito e che non possa subire spostamenti durante il trasporto; 6) assicurarsi della corretta chiusura delle sponde; 7) durante i rifornimenti di carburante spegnere il motore e non fumare; 8) segnalare tempestivamente eventuali malfunzionamenti o situazioni pericolose; 9) utilizzare adeguati accessori di sollevamento; 10) mantenere i comandi puliti da grasso e olio; 11) in caso di visibilità insufficiente richiedere l'aiuto di personale per eseguire le manovre.

**Dopo l'uso:** 1) eseguire le operazioni di revisione e manutenzione necessarie al reimpiego a motore spento; 2) posizionare correttamente il braccio della gru e bloccarlo in posizione di riposo; 3) pulire convenientemente il mezzo; 4) segnalare eventuali guasti.

### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Titolo III, Capo 1; D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Allegato 6.

- 2) DPI: operatore autocarro con gru;

### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti all'operatore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** calzature di sicurezza; **c)** guanti; **d)** indumenti protettivi; **e)** otoprotettori.

## Autogrù

L'autogrù è un mezzo d'opera dotato di braccio allungabile per la movimentazione, il sollevamento e il posizionamento di materiali, di componenti di macchine, di attrezzature, di parti d'opera ecc.

### Rischi generati dall'uso della Macchina:

- 1) Cesoiamenti, stritolamenti;
- 2) Elettrocuzione;
- 3) Getti, schizzi;
- 4) Incendi, esplosioni;
- 5) Investimento, ribaltamento;
- 6) Punture, tagli, abrasioni;
- 7) Rumore;
- 8) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- 9) Vibrazioni;

### Misure Preventive e Protettive relative alla Macchina:

- 1) Autogrù: misure preventive e protettive;

#### *Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** 1) verificare che nella zona di lavoro non vi siano linee elettriche aeree che possano interferire con le manovre; 2) controllare i percorsi e le aree di manovra, approntando gli eventuali rafforzamenti; 3) verificare l'efficienza dei comandi; 4) ampliare con apposite plance la superficie di appoggio degli stabilizzatori; 5) verificare che la macchina sia posizionata in modo da lasciare lo spazio sufficiente per il passaggio pedonale o delimitare la zona d'intervento; 6) verificare la presenza in cabina di un estintore.

**Durante l'uso:** 1) segnalare l'operatività del mezzo col girofaro; 2) preavvisare l'inizio delle manovre con apposita segnalazione acustica; 3) attenersi alle segnalazioni per procedere con le manovre; 4) evitare, nella movimentazione del carico, posti di lavoro e/o di passaggio; 5) eseguire le operazioni di sollevamento e scarico con le funi in posizione verticale; 6) illuminare a sufficienza le zone per il lavoro notturno; 7) segnalare tempestivamente eventuali malfunzionamenti o situazioni pericolose; 8) non compiere su organi in movimento operazioni di manutenzione; 9) mantenere i comandi puliti da grasso e olio; 10) eseguire il rifornimento di carburante a motore spento e non fumare.

**Dopo l'uso:** 1) non lasciare nessun carico sospeso; 2) posizionare correttamente la macchina raccogliendo il braccio telescopico ed azionando il freno di stazionamento; 3) eseguire le operazioni di revisione e manutenzione necessarie al reimpiego della macchina a motori spenti; 4) nelle operazioni di manutenzione attenersi alle indicazioni del libretto della macchina.

#### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Titolo III, Capo 1; D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Allegato 6.

- 2) DPI: operatore autogrù;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti all'operatore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** calzature di sicurezza; **c)** otoprotettori; **d)** guanti; **e)** indumenti protettivi.

## Dumper

Il dumper è un mezzo d'opera utilizzato per il trasporto di materiali incoerenti (sabbia, pietrisco).

### Rischi generati dall'uso della Macchina:

- 1) Cesoiamenti, stritolamenti;
- 2) Inalazione polveri, fibre;
- 3) Incendi, esplosioni;
- 4) Investimento, ribaltamento;
- 5) Rumore;
- 6) Vibrazioni;

### Misure Preventive e Protettive relative alla Macchina:

- 1) Dumper: misure preventive e protettive;

#### *Prescrizioni Esecutive:*

**Prima dell'uso:** 1) verificare il funzionamento dei comandi di guida con particolare riguardo per i freni; 2) verificare l'efficienza dei gruppi ottici per lavorazioni in mancanza di illuminazione; 3) verificare la presenza del carter al volano; 4)

verificare il funzionamento dell'avvisatore acustico e del girofaro; **5)** controllare che i percorsi siano adeguati per la stabilità del mezzo; **6)** verificare la presenza di una efficace protezione del posto di manovra contro i rischi da ribaltamento (rollbar o robusta cabina).

**Durante l'uso:** **1)** adeguare la velocità ai limiti stabiliti in cantiere e transitare a passo d'uomo in prossimità dei posti di lavoro; **2)** non percorrere lunghi tragitti in retromarcia; **3)** non trasportare altre persone; **4)** durante gli spostamenti abbassare il cassone; **5)** eseguire lo scarico in posizione stabile tenendo a distanza di sicurezza il personale addetto ai lavori; **6)** mantenere sgombro il posto di guida; **7)** mantenere puliti i comandi da grasso e olio; **8)** non rimuovere le protezioni del posto di guida; **9)** richiedere l'aiuto di personale a terra per eseguire le manovre in spazi ristretti o quando la visibilità è incompleta; **10)** durante i rifornimenti spegnere il motore e non fumare; **11)** segnalare tempestivamente eventuali gravi anomalie.

**Dopo l'uso:** **1)** riporre correttamente il mezzo azionando il freno di stazionamento; **2)** eseguire le operazioni di revisione e pulizia necessarie al reimpiego della macchina a motore spento, segnalando eventuali guasti; **3)** eseguire la manutenzione secondo le indicazioni del libretto.

**Riferimenti Normativi:**

D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Titolo III, Capo 1; D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Allegato 6.

- 2) DPI: operatore dumper;

**Prescrizioni Organizzative:**

Devono essere forniti all'operatore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** casco; **b)** calzature di sicurezza; **c)** otoprotettori; **d)** guanti; **e)** maschera; **f)** indumenti protettivi.

## Escavatore

L'escavatore è una macchina operatrice con pala anteriore impiegata per lavori di scavo, riporto e movimento di materiali.

### Rischi generati dall'uso della Macchina:

- 1) Cesoiamenti, stritolamenti;
- 2) Elettrocuzione;
- 3) Inalazione polveri, fibre;
- 4) Incendi, esplosioni;
- 5) Investimento, ribaltamento;
- 6) Rumore;
- 7) Scivolamenti, cadute a livello;
- 8) Vibrazioni;

### Misure Preventive e Protettive relative alla Macchina:

- 1) Escavatore: misure preventive e protettive;

**Prescrizioni Esecutive:**

**Prima dell'uso:** **1)** verificare che nella zona di lavoro non vi siano linee elettriche che possano interferire con le manovre; **2)** controllare i percorsi e le aree di lavoro approntando gli eventuali rafforzamenti; **3)** controllare l'efficienza dei comandi; **4)** verificare l'efficienza dei gruppi ottici per le lavorazioni in mancanza di illuminazione; **5)** verificare che l'avvisatore acustico e il girofaro siano regolarmente funzionanti; **6)** controllare la chiusura di tutti gli sportelli del vano motore; **7)** garantire la visibilità del posto di manovra; **8)** verificare l'integrità dei tubi flessibili e dell'impianto oleodinamico in genere; **9)** verificare la presenza di una efficace protezione del posto di manovra contro i rischi da ribaltamento (rollbar o robusta cabina).

**Durante l'uso:** **1)** segnalare l'operatività del mezzo col girofaro; **2)** chiudere gli sportelli della cabina; **3)** usare gli stabilizzatori, ove presenti; **4)** non ammettere a bordo della macchina altre persone; **5)** nelle fasi di inattività tenere a distanza di sicurezza il braccio dai lavoratori; **6)** per le interruzioni momentanee di lavoro, prima di scendere dal mezzo, azionare il dispositivo di blocco dei comandi; **7)** mantenere sgombra e pulita la cabina; **8)** richiedere l'aiuto di personale a terra per eseguire le manovre in spazi ristretti o quando la visibilità è incompleta; **9)** durante i rifornimenti di carburante spegnere il motore e non fumare; **10)** segnalare tempestivamente eventuali gravi anomalie.

**Dopo l'uso:** **1)** pulire gli organi di comando da grasso e olio; **2)** posizionare correttamente la macchina, abbassando la benna a terra, inserendo il blocco comandi ed azionando il freno di stazionamento; **3)** eseguire le operazioni di revisione e manutenzione seguendo le indicazioni del libretto e segnalando eventuali guasti.

**Riferimenti Normativi:**

D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Titolo III, Capo 1; D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Allegato 6.

- 2) DPI: operatore escavatore;

**Prescrizioni Organizzative:**

Devono essere forniti all'operatore adeguati dispositivi di protezione individuale: **a)** calzature di sicurezza; **b)** guanti; **c)** indumenti protettivi.

## Pala meccanica

La pala meccanica è una macchina operatrice, dotata di una benna mobile, utilizzata per operazioni di scavo, carico, sollevamento, trasporto e scarico di terra o altri materiali incoerenti.

### Rischi generati dall'uso della Macchina:

- 1) Cesoiamenti, stritolamenti;
- 2) Inalazione polveri, fibre;
- 3) Incendi, esplosioni;
- 4) Investimento, ribaltamento;
- 5) Rumore;
- 6) Scivolamenti, cadute a livello;
- 7) Vibrazioni;

### **Misure Preventive e Protettive relative alla Macchina:**

- 1) Pala meccanica: misure preventive e protettive;

*Prescrizioni Esecutive:*

---

**Prima dell'uso:** 1) garantire la visibilità del posto di manovra (mezzi con cabina); 2) verificare l'efficienza dei gruppi ottici per le lavorazioni in mancanza di illuminazione; 3) controllare l'efficienza dei comandi; 4) verificare che l'avvisatore acustico, il segnalatore di retromarcia ed il girofaro siano regolarmente funzionanti; 5) controllare la chiusura degli sportelli del vano motore; 6) verificare l'integrità dei tubi flessibili e dell'impianto oleodinamico in genere; 7) controllare i percorsi e le aree di lavoro verificando le condizioni di stabilità per il mezzo; 8) verificare la presenza di una efficace protezione del posto di manovra contro i rischi da ribaltamento (rollbar o robusta cabina).

**Durante l'uso:** 1) segnalare l'operatività del mezzo col girofaro; 2) non ammettere a bordo della macchina altre persone; 3) non utilizzare la benna per sollevare o trasportare persone; 4) trasportare il carico con la benna abbassata; 5) non caricare materiale sfuso sporgente dalla benna; 6) adeguare la velocità ai limiti stabiliti in cantiere ed in prossimità dei posti di lavoro transitare a passo d'uomo; 7) mantenere sgombro e pulito il posto di guida; 8) durante i rifornimenti di carburante spegnere il motore e non fumare; 9) segnalare eventuali gravi anomalie.

**Dopo l'uso:** 1) posizionare correttamente la macchina, abbassando la benna a terra e azionando il freno di stazionamento; 2) pulire gli organi di comando da grasso e olio; 3) pulire convenientemente il mezzo; 4) eseguire le operazioni di revisione e manutenzione seguendo le indicazioni del libretto e segnalando eventuali guasti.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Titolo III, Capo 1; D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81, Allegato 6.

- 2) DPI: operatore pala meccanica;

*Prescrizioni Organizzative:*

---

Devono essere forniti all'operatore adeguati dispositivi di protezione individuale: a) casco; b) calzature di sicurezza; c) ottoprotettori; d) guanti; e) indumenti protettivi.

# POTENZA SONORA ATTREZZATURE E MACCHINE

(art 190, D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

ATTREZZATURA	Lavorazioni	Potenza Sonora dB(A)	Scheda
Sega circolare	Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi; Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere; Allestimento di servizi sanitari del cantiere ; Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere; Orditura e Getti.	113.0	908-(IEC-19)-RPO-01
Smerigliatrice angolare (flessibile)	Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi; Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere; Allestimento di servizi sanitari del cantiere ; Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere; Smobilizzo del cantiere.	113.0	931-(IEC-45)-RPO-01
Trapano elettrico	Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi; Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere; Allestimento di servizi sanitari del cantiere ; Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere; Realizzazione di impianto elettrico del cantiere; Smobilizzo del cantiere.	107.0	943-(IEC-84)-RPO-01

MACCHINA	Lavorazioni	Potenza Sonora dB(A)	Scheda
Autobotte	Idrosemina.	103.0	940-(IEC-72)-RPO-01
Autocarro con gru	Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi; Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere; Allestimento di servizi sanitari del cantiere ; Posa condotta in PVC e canalette prefabbricate.	103.0	940-(IEC-72)-RPO-01
Autocarro	Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi; Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere; Allestimento di servizi sanitari del cantiere ; Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere; Realizzazione della viabilità del cantiere; Preparazione dell' area; Movimentazione autocarri e macchine operatrici; Scavo a sezione ristretta; Intreccio di verghe; Smobilizzo del cantiere.	103.0	940-(IEC-72)-RPO-01
Autogrù	Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi; Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere; Allestimento di servizi sanitari del cantiere ; Smobilizzo del cantiere.	103.0	940-(IEC-72)-RPO-01
Dumper	Rinterro di scavo.	103.0	940-(IEC-72)-RPO-01
Escavatore	Preparazione dell' area; Movimentazione autocarri e macchine operatrici; Scavo a sezione ristretta.	104.0	950-(IEC-16)-RPO-01
Pala meccanica	Realizzazione della viabilità del cantiere; Rinterro di scavo; Scavo a sezione ristretta.	104.0	936-(IEC-53)-RPO-01

## COORDINAMENTO DELLE LAVORAZIONI E FASI

Le lavorazioni e fasi interferenti sono compatibili senza bisogno di alcuna prescrizione.

**\$CANCELLARE\$**

*Sono presenti Lavorazioni o Fasi interferenti ancora "da coordinare".*

**\$CANCELLARE\$**

# **COORDINAMENTO PER USO COMUNE DI APPRESTAMENTI, ATTREZZATURE, INFRASTRUTTURE, MEZZI E SERVIZI DI PROTEZIONE COLLETTIVA**

(punto 2.1.2, lettera f, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

Per la realizzazione delle opere è presumibile che alcune lavorazioni possano essere affidate ad imprese subappaltatrici e/o lavoratori autonomi da cui deriverà un utilizzo comune di apprestamenti, attrezzature, mezzi e servizi di protezione collettiva. Gli apprestamenti saranno predisposti dall' impresa esecutrice affidataria e saranno mantenuti dalla stessa durante tutta la durata dei lavori al fine di mantenerli sempre efficienti. Le attrezzature saranno fornite, verificate prima di ogni utilizzo, manutentate durante tutta la durata dei lavori dall' impresa esecutrice al fine di mantenerle sempre efficienti ed utilizzabili anche da parte delle altre imprese esecutrici e/o dai lavori autonomi presenti in cantiere secondo le modalità che l'impresa affidataria dovrà esplicitare nel suo POS.

I mezzi ed i servizi di protezione collettiva saranno forniti, installati e mantenuti per tutta la durata dei lavori dall' impresa esecutrice al fine di mantenerle sempre efficienti ed utilizzabili anche da parte delle altre imprese esecutrici e/o dai lavori autonomi presenti in cantiere secondo le modalità che l'impresa affidataria dovrà esplicitare nel suo POS.

# MODALITA' ORGANIZZATIVE DELLA COOPERAZIONE, DEL COORDINAMENTO E DELLA RECIPROCA INFORMAZIONE TRA LE IMPRESE/LAVORATORI AUTONOMI

(punto 2.1.2, lettera g, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

E' fatto obbligo , ai sensi dell'art. 95 del D.Lgs n.81/2008 come modificato dal D.L.gs. n. 106/2009, di cooperare da parte dei datori di lavoro delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi, al fine di trasferire informazioni utili ai fini della prevenzione infortuni e della tutela della salute dei lavoratori. Spetta prioritariamente al datore di Lavoro dell' Impresa affidataria (DTA) e al coordinatore per l'esecuzione (CSE) l'onere di promuovere tra i datori di lavoro delle imprese esecutrici e dei Lavoratori autonomi la cooperazione e il coordinamento delle attività nonché la loro reciproca informazione. Di seguito si formulano alcune precisazioni necessarie al fine di regolamentare la cooperazione fra le ditte lavoratrici:

- Chiunque entri in cantiere per svolgere operazioni di qualsiasi genere, dovrà preventivamente prendere contatto con il capo cantiere e/o responsabile della sicurezza dell' impresa appaltatrice. Dovrà inoltre prendere visione del presente PSC e dei POS delle ditte già presenti, e presentare a sua volta il proprio POS.

- Qualora ne ravveda la necessità (ad esempio dopo una sospensione lavori o nel caso di più subappaltatori che intervengono contemporaneamente), il Responsabile della sicurezza dell' impresa appaltatrice dovrà convocare una riunione con tutte le maestranze con contestuale sopralluogo nelle varie parti del cantiere per individuare situazioni di pericolo non a tutti note.

- Si deve evitare la presenza di altri operai nelle zone dove si presentano elevate concentrazioni di polveri dovute all' utilizzo di attrezzature e di macchine. Se ciò non è possibile , in tali zone, si deve installare un'adeguato sistema per l'abbattimento delle polveri . Se necessario i lavoratori operanti in tali zone devono essere forniti di appositi dispositivi di protezione individuale contro le polveri.

- Nelle zone di lavoro vicine a quelle dove si utilizza l'impianto di iniezione per miscele cementizie si deve evitare la presenza di altri operai a parte quelli interessati all' utilizzo dell'attrezzo. Nel caso ciò non sia attuabile tali zone devono essere protette mediante schermature intercettatrici di getti e schizzi e un adeguato sistema di abbattimento delle polveri. Se necessario i lavoratori operanti in tali zone devono essere forniti di appositi dispositivi di protezione individuale.

- Durante le lavorazioni di scavo, tali zone dovranno essere interdette agli operai delle altre lavorazioni in svolgimento mediante recinzione provvisoria o apposita segnaletica o idonea sorveglianza.

- Durante le lavorazioni che si svolgono contemporaneamente sulle opere provvisorie e a terra, i preposti delle rispettive imprese esecutrici devono coordinare il lavoro in modo da impedire che i lavoratori siano posizionati sulla stessa verticale. Nelle zone dove ciò non è possibile, i preposti devono, prima dell' inizio dei lavori, verificare la presenza e l' efficacia dei sistemi di protezione per l' intercettazioni di materiali (parasassi, reti).

Inoltre, allo scopo , al fine di consentire l' attuazione di quanto sopra indicato , si dovranno tenere in cantiere delle riunioni di coordinamento e cooperazione in cui sono riportate sinteticamente le decisioni adottate.

## Riunione iniziale:

presentazione e verifica del PSC e del POS dell' impresa affidataria prima dell' inizio dei lavori . CSE- DTA- DTE

Presentazione piano e verifica punti principali.

## Riunione ordinaria:

prima dell'inizio di una lavorazione da parte dell' impresa esecutrice o di un lavoratore autonomo. CSE-DTA-DTE-LA

procedure particolari da attuare - Verifica dei piani di sicurezza - Verifica sovrapposizioni

## Riunione straordinaria quando necessario:

CSE-DTA-DTE-LA

procedure particolari da attuare - Verifica dei piani di sicurezza - Riunione straordinaria per modifiche al PSC quando necessario. CSE-DTA-DTE-LA

Nuove procedure da concordare.

CSE: coordinatore per l'esecuzione

DTA: datore di lavoro dell' impresa affidataria o suo delegato

DTE: datore di lavoro dell' impresa esecutrice o suo delegato

LA: lavoratore autonomo

# ORGANIZZAZIONE SERVIZIO DI PRONTO SOCCORSO, ANTINCENDIO ED EVACUAZIONE DEI LAVORATORI

(punto 2.1.2, lettera h, Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)

Al fine di porre in essere gli adempimenti per la gestione delle emergenze i datori di lavoro:

- adottano le misure per il controllo delle situazioni di rischio in caso di emergenza e danno istruzioni affinché i lavoratori in caso di pericolo grave, immediato ed inevitabile, abbandonino il posto di lavoro o la zona pericolosa (art.18, comma 1, lett. h, D.Lgs. n. 81/08 e s.m.i.);
- informano il più presto possibile i lavoratori esposti al rischio di un pericolo grave e immediato circa il rischio stesso e le disposizioni prese o da prendere in materia di protezione (art.18 comma 1, lett.i, D.Lgs. n. 81/08 e s.m.i.);
- **organizzano i necessari rapporti con i servizi pubblici competenti in materia di primo soccorso, salvataggio, lotta antincendio e gestione delle emergenze (art.43, comma 1, lett. a , D.Lgs. n.81/08 e s.m.i.);**

## Obiettivo del piano di emergenza

Il piano d'emergenza si pone l'obiettivo di indicare le misure di emergenza da attuare nei casi di pronta evacuazione dei lavoratori, al verificarsi di incendio o di altro pericolo grave ed immediato, e nei casi in cui è necessario fornire un primo soccorso al personale colpito da infortunio.

In particolare prescrive:

- le azioni che i lavoratori devono mettere in atto in caso d'incendio;
  - le procedure per l'evacuazione dal luogo di lavoro che devono essere attuate dai lavoratori e da altre persone presenti;
  - le disposizioni per richiedere l'intervento dei Vigili del Fuoco e del Servizio di pronto Soccorso Pubblico;
- gli interventi di primo soccorso da attuare nei confronti di eventuale infortunio.

## Presidi antincendio previsti:

- estintori portatili a schiuma (luogo d' installazione) o ad anidride carbonica (luogo d'installazione);
- gruppo elettrogeno;
- illuminazione e segnaletica luminosa d' emergenza.

## Azioni che i lavoratori devono mettere in atto in caso d' incendio

Nel caso in cui il lavoratore ravvisi un incendio deve:

- non perdere la calma;
- valutare l'entità dell' incendio;
- telefonare direttamente ai Vigili del Fuoco per la richiesta del pronto intervento;
- applicare le procedure di evacuazione.

## Procedure di evacuazione fino al punto di raccolta

Nel caso in cui il lavoratore è avvisato dell' emergenza incendio, o di altra calamità deve porre in atto le seguenti azioni:

- non perdere la calma;
- abbandonare il posto di lavoro evitando di lasciare attrezzature che ostacoli il passaggio di altri lavoratori;
- percorrere la via d'esodo più opportuna in relazione alla localizzazione dell' incendio evitando per quanto possibile di formare calca;
- raggiungere il luogo sicuro ed attendere l' arrivo dei soccorsi.

Gli addetti all' emergenza devono applicare le seguenti procedure :

- in caso di incendio di modesta entità intervengono con i mezzi estinguenti messi a loro disposizione;
- in caso di incendio non domabile devono attivare le seguenti procedure di evacuazione rapida:
- valutare quale via d'esito sia più opportuno percorrere e indicarla agli altri lavoratori;
- assicurarsi che sia stato dato l'allarme di emergenza;
- servirsi dell' estintore per aprire l'eventuale incendio che ostruisce la via d' esodo;
- attivare la procedura per segnalare l' incendio e richiedere nel caso l'intervento del pronto soccorso sanitario
- raggiungere il luogo sicuro di raccolta dei lavoratori e procedere alla identificazione delle eventuali persone mancanti servendosi dell' elenco dei presenti al lavoro;
- attendere l'arrivo dei soccorsi pubblici e raccontare l' accaduto

## Modalità di chiamata dei Soccorsi Pubblici

Il datore dei lavori dota di telefono cellulare il personale addetto e nominato alla segnalazione delle emergenze.

Colui che richiede l'intervento , deve comporre il numero appropriato alla necessità e deve comunicare con precisione l' indirizzo e la natura dell' intervento.

## Verifiche e manutenzioni

Il personale addetto all'emergenza deve effettuare i seguenti controlli periodici:

- fruibilità dei percorsi d'esodo (assenza di ostacoli) settimanale;
- funzionamento illuminazione di emergenza e segnaletica di sicurezza settimanale.
- Controllo estintori:
- presenza;

- accessibilità;
  - sigillo del dispositivo di sicurezza non manomesso;
  - indicazione di pressione che indichi la giusta pressione;
  - cartellino di controllo periodico sia in sede e correttamente compilato;
  - estintore privo di evidenti segni di deterioramento;
  - verifica di funzionamento gruppo elettrogeno mensile;
  - verifica livello d' acqua del serbatoio antincendio mensile;
- Verifiche periodiche da affidare a ditte specializzate:
- estintori portatili semestrale;
  - gruppo elettrogeno semestrale;
  - illuminazione e segnaletica luminosa d' emergenza semestrale.

# CONCLUSIONI GENERALI

## **\$CANCELLARE\$**

Nel presente punto, il tecnico potrà aggiungere considerazioni e raccomandazioni conclusive del Piano di Sicurezza.

In particolare, ai sensi del Titolo IV, Capo I e dell'Allegato XV del D.Lgs. 81/2008, il PSC deve contenere anche i seguenti documenti:

- Planimetrie del cantiere - [Allegato XV, punto 2.1.4, D.Lgs. 81/2008];
- Profili altimetrici del cantiere - [Allegato XV, punto 2.1.4, D.Lgs. 81/2008];
- Cronoprogramma (diagramma di Gantt) - [Allegato XV, punto 2.1.2, lett. i) D.Lgs. 81/2008];
- Analisi e valutazione dei rischi - [Allegato XV, punto 2.1.2, lett. c) D.Lgs. 81/2008];
- Stima dei costi della sicurezza - [Allegato XV, punto 4, D.Lgs. 81/2008];
- Fascicolo con le caratteristiche dell'opera - [Art. 91 comma 1, lett. b) e Allegato XVI, D.Lgs. 81/2008].

Con "CerTus" è possibile comporre automaticamente e stampare tutti i documenti previsti in maniera unitaria nella sezione "Gestione Stampe".

## **\$CANCELLARE\$**

Al presente Piano di Sicurezza e Coordinamento sono allegati i seguenti elaborati, da considerarsi parte integrante del Piano stesso:

- Allegato "A" - Diagramma di Gantt (Cronoprogramma dei lavori);
- Allegato "B" - Analisi e valutazione dei rischi;
- Allegato "C" - Stima dei costi della sicurezza;

si allegano, altresì:

- Tavole esplicative di progetto;
- Fascicolo con le caratteristiche dell'opera (per la prevenzione e protezione dei rischi);
- \$MANUAL\$.

# INDICE

Lavoro	pag.	<a href="#">2</a>
Committenti	pag.	<a href="#">3</a>
Responsabili	pag.	<a href="#">4</a>
Imprese	pag.	<a href="#">5</a>
Documentazione	pag.	<a href="#">6</a>
Descrizione del contesto in cui è collocata l'area del cantiere	pag.	<a href="#">8</a>
Descrizione sintetica dell'opera	pag.	<a href="#">9</a>
Area del cantiere	pag.	<a href="#">10</a>
Caratteristiche area del cantiere	pag.	<a href="#">10</a>
Fattori esterni che comportano rischi per il cantiere	pag.	<a href="#">11</a>
Rischi che le lavorazioni di cantiere comportano per l'area circostante	pag.	<a href="#">12</a>
Descrizione caratteristiche idrogeologiche	pag.	<a href="#">13</a>
Organizzazione del cantiere	pag.	<a href="#">14</a>
Segnaletica generale prevista nel cantiere	pag.	<a href="#">26</a>
Lavorazioni e loro interferenze	pag.	<a href="#">27</a>
• Allestimento cantiere	pag.	<a href="#">27</a>
• Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi (fase)	pag.	<a href="#">27</a>
• Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere (fase)	pag.	<a href="#">27</a>
• Allestimento di servizi sanitari del cantiere (fase)	pag.	<a href="#">28</a>
• Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere (fase)	pag.	<a href="#">28</a>
• Realizzazione della viabilità del cantiere (fase)	pag.	<a href="#">29</a>
• Realizzazione di impianto elettrico del cantiere (fase)	pag.	<a href="#">29</a>
• Muri in terra rinforzata	pag.	<a href="#">30</a>
• Preparazione dell' area (fase)	pag.	<a href="#">30</a>
• Movimentazione autocarri e macchine operatrici (fase)	pag.	<a href="#">30</a>
• Casseri metallici di contenimento (fase)	pag.	<a href="#">30</a>
• Posa in opera del geotessuto di rinforzo (fase)	pag.	<a href="#">31</a>
• Fornitura e posa in opera del terreno di formazione del rilevato e del terreno vegetale (fase)	pag.	<a href="#">31</a>
• Posa pannelli di gabbiondren	pag.	<a href="#">31</a>
• Posa in opera di tubazioni in pvc e canalette prefabbricate	pag.	<a href="#">31</a>
• Scavi e rinterri (fase)	pag.	<a href="#">32</a>
• Rinterro di scavo (sottofase)	pag.	<a href="#">32</a>
• Scavo a sezione ristretta (sottofase)	pag.	<a href="#">32</a>
• Tracciamento dell'asse di scavo (sottofase)	pag.	<a href="#">32</a>
• Posa condotta in pvc e canalette prefabbricate (fase)	pag.	<a href="#">33</a>
• Posa condotta in pvc e canalette prefabbricate (sottofase)	pag.	<a href="#">33</a>
• Realizzazione di nuova scaletta in c.a.	pag.	<a href="#">33</a>
• Casseratura (fase)	pag.	<a href="#">33</a>
• Orditura e getti (fase)	pag.	<a href="#">34</a>
• Opere di ingegneria naturalistica	pag.	<a href="#">34</a>
• Intreccio di verghe (fase)	pag.	<a href="#">35</a>
• Scavo di solco al piede dell'opera (fase)	pag.	<a href="#">35</a>
• Rinterro delle fascine (fase)	pag.	<a href="#">35</a>
• Idrosemina (fase)	pag.	<a href="#">36</a>
• Montaggio di ringhiera	pag.	<a href="#">36</a>
• Fornitura e posa di ringhiera (fase)	pag.	<a href="#">36</a>
• Smobilizzo del cantiere	pag.	<a href="#">36</a>
• Smobilizzo del cantiere (fase)	pag.	<a href="#">37</a>

Rischi individuati nelle lavorazioni e relative misure preventive e protettive.....	pag.	<a href="#">38</a>
Attrezzature utilizzate nelle lavorazioni.....	pag.	<a href="#">44</a>
Macchine utilizzate nelle lavorazioni.....	pag.	<a href="#">53</a>
Potenza sonora attrezzature e macchine.....	pag.	<a href="#">58</a>
Coordinamento delle lavorazioni e fasi.....	pag.	<a href="#">59</a>
Coordinamento per uso comune di apprestamenti, attrezzature, infrastrutture, mezzi e servizi di protezione collettiva.....	pag.	<a href="#">60</a>
Modalita' organizzative della cooperazione, del coordinamento e della reciproca informazione tra le imprese/lavoratori autonomi.....	pag.	<a href="#">61</a>
Organizzazione servizio di pronto soccorso, antincendio ed evacuazione dei lavoratori.....	pag.	<a href="#">62</a>
Conclusioni generali.....	pag.	<a href="#">64</a>

Genova, 19/04/2016

Firma

\_\_\_\_\_



**COMUNE DI GENOVA**  
**Area Tecnica - Direzione Lavori Pubblici**  
**Struttura di Staff Geotecnica e Idrogeologia**

**LAVORI**

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in  
corrispondenza dei Giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

**COMPUTO METRICO ESTIMATIVO COSTI DELLA SICUREZZA**

**computo**

GENOVA 23/11/2015

**IL TECNICO**

Geom.Marco Terenzio

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei Giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
		<b>Parte d'opera N. 5 - Costi della sicurezza</b>			
		<b>COSTI DELLA SICUREZZA</b>			
		<b>Costi della sicurezza</b>			
1	SIC.01	Recinzione o sbarramento costituita da montanti di ferro tondo posti a interasse non inferiore a 1,5 m convenientemente infissi e ancorati a terra e plastica stampata ben tesa e ancorata ai montanti di ferro tondo, dell'altezza fino a 180 cm: (*) montaggio e smontaggio 16,00+24,00+10,00	50,00		
		Sommano m	50,00	9,06	453,00
2	SIC.02	Recinzione o sbarramento costituita da montanti di ferro tondo posti a interasse non inferiore a 1,5 m convenientemente infissi e ancorati a terra e plastica stampata ben tesa e ancorata ai montanti di ferro tondo, dell'altezza fino a 180 cm: (*) noleggio valutato a m/giorno 50,00x100	5.000,00		
		Sommano m	5.000,00	0,43	2.150,00
3	SIC.03	Fornitura e posa in opera di presidi sanitari, in osservanza del DM 388/03, di pronto soccorso compresa la costante sostituzione dei materiali usati o deteriorati: pacchetto di medicazione 1	1,00		
		Sommano nr	1,00	23,13	23,13
4	SIC.04	Noleggio locale igienico costituito da un monoblocco di lamiera zincata preverniciata, convenientemente coibentata, completo di impianto elettrico, comprendente un punto luce e una presa di corrente, idrico e di scarico, esclusi basamento, messa a terra e relativi impianti esterni di adduzione e scarico, compreso montaggio e smontaggio, trasporto da e per magazzino, nonche' gli oneri e i relativi materiali di consumo per la periodica pulizia. Il locale sara' corredato con un lavabo con due rubinetti per acqua calda e fredda, un vaso WC completo di cassetta di cacciata, due punti luce e una presa oltre a quelli in dotazione, valutato cadauno per impieghi fino a 12 mesi, delle dimensioni di: 240x240x220 cm circa 1	1,00		
		Sommano nr	1,00	1.518,51	1.518,51
5	SIC.05	Noleggio di locale spogliatoio costituito da un monoblocco di lamiera zincata preverniciata, convenientemente coibentata, completo di			

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei Giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
		impianto elettrico e idrico, di adeguati armadietti e panche, compreso il montaggio e lo smontaggio, il trasporto da e per magazzino, nonché gli oneri e i relativi materiali di consumo per la periodica pulizia, esclusi basamento, messa a terra, allacciamenti elettrici ed il riscaldamento nel periodo invernale, valutato cadauno per impieghi fino a dodici mesi, delle dimensioni di: 360x240x220 cm circa 1	1,00		
		Sommano nr	1,00	1.602,08	1.602,08
6	SIC.06	CARTELLI GENERALI DI CANTIERE Cartello indentificativo di cantiere a norma di regolamento edilizio normativa sui lavori pubblici, così come integrato dalle disposizioni di sicurezza dei lavori di edilizia, delle dimensioni minime di 2,00 m <sup>2</sup> , contenente: nominativo e indirizzo dell'impresa appaltatrice, nominativo e indirizzo del committente, nominativo del responsabile dei lavori, oggetto e importo dei lavori, nominativo del progettista, responsabile del procedimento, direttore dei lavori, assistente alla direzione lavori, coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, responsabile della sicurezza di prevenzione, responsabile della sicurezza dei lavoratori, nominativo e numero di iscrizione alla CCIAA delle imprese subappaltatrici, data di inizio dei lavori, data e numero autorizzazione concessoria e autorizzazione in deroga per inquinamento acustico, nominativo responsabile del cantiere con reperibilità telefonica 1	1,00		
		Sommano nr	1,00	154,26	154,26
7	SIC.07	CARTELLI GENERALI DI CANTIERE Cartello di segnaletica generale di cantiere, delle dimensioni di 1,00x1,40 metri, di PVC pesante antiurto, contenente i segnali di pericolo, divieto e obbligo inerenti il cantiere 3	3,00		
		Sommano nr	3,00	14,58	43,74
8	SIC.08	Noleggio di cartello per cantieri di edilizia civile indicanti pericolo, divieto, obbligo e informazione, rispondenti alle vigenti norme di legge, con valutazione cartello/giorno, per distanze di lettura di: 4 m circa 4x100	400,00		
		Sommano nr	400,00	0,17	68,00
9	SIC.09	Impianto di terra per cantiere - apparecchi			

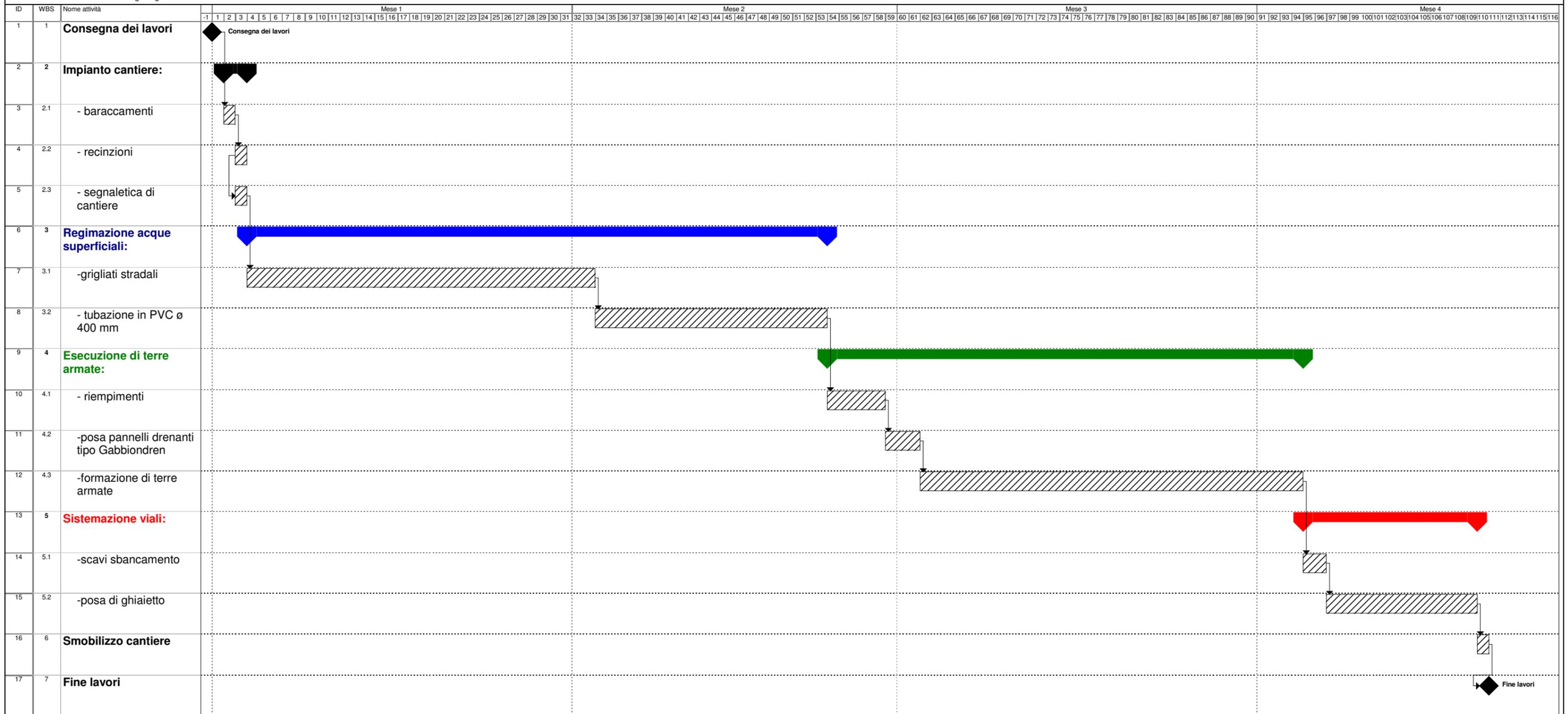
Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei Giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
10	SIC.10	utilizzatori :betoniera a bicchiere, sega circolare, piegaferrì, apparecchi portatili, costituito da conduttore di terra in rame isolato direttamente interrato da 16 mmq e n.1 picchetto in acciaio zincato da 1,50 m, per ogni punto 3	3		
		Sommano cad.	3	48,84	146,52
11	SIC.11	Provvista e posa in opera di quadri di cantiere ASC a norma CEI 1713 di materiale termoindurente, grado di protezione IP 65 completo di interruttore tetrapolare con potere di interruzione 10 KA da 63 A - 0,03 A, compresa la provvista e posa di interruttore tre prese bipolari + terra da 16 A/220 V, una tripolare + t da 16 A 380 V, una tetrapolare + n + t da 32 A 380 V, tipo: a cavalletto 2	2,00		
		Sommano nr	2,00	757,55	1.515,10
12	SIC.12	Montaggio e smontaggio finale di delimitazione di zone di cantiere o di percorso realizzata mediante barriere prefabbricate del tipo: (*) con elementi di calcestruzzo precompresso tipo spartitraffico, valutati a m per primo posizionamento 50,00	50,00		
		Sommano m	50,00	24,05	1.202,50
		Noleggio di fune di scorrimento orizzontale per dispositivi anticaduta, compreso montaggio e smontaggio, valutata m/giorno 122x30 0,07	3.660,00 0,07		
		Sommano M	3.660,07	0,70	2.562,05
<b>Totale Costi della sicurezza</b>				Euro	<b>11.438,89</b>
<b>IMPORTO LORDO COSTI DELLA SICUREZZA</b>					<b>11.438,89</b>
<i>Totale Parte d'opera N. 5 - Costi della sicurezza</i>				Euro	<b>11.438,89</b>
<b>TOTALE PROGRESSIVO</b>				Euro	<b>11.438,89</b>
				Euro	<b>11.438,89</b>

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei Giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

N.	Codice	Descrizione dei lavori e delle somministrazioni	Quantità	Prezzo	Imp. Totale
				<b>Euro</b>	<b>11.438,89</b>
		<b>IMPORTO COMPLESSIVO</b>		<b>Euro</b>	<b>11.438,89</b>

GENOVA 23/11/2015



01	11/2015	PRIMA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

# COMUNE DI GENOVA



## AREA TECNICA

Direttore Generale Area Arch. Laura PETACCHI

## DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

Direttore Arch. Mirco GRASSI

## STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA

Responsabile Geol. Giorgio GRASSANO

Committente **PARCHI E VERDE - OPERE PUBBLICHE 3**

Progetto **11.01.00**

CAPO PROGETTO Geol. Giuseppe CAGGIA

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO Arch. Ines MARASSO

Progetto GEOTECNICO - IDROGEOLOGICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Geol. Giuseppe Caggia  
Geol. Antonietta Franzè  
Geom. Enrico Ballarino

Rilievi  
 Responsabile F.D.T. Geom. Ivano Bareggi  
 Collaboratori F.S.T. Geom. Bartolomeo Caviglia  
I.S.T. Dott. Matteo Previtera

Progetto IDRAULICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Ing. Marianna Reggio

Coordinatore per la Sicurezza (in fase di Progettazione) I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Progetto STRUTTURALE  
 Responsabile ---  
 Collaboratori ---

Verifica accessibilità

Computi metrici e Capitolato F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Altro (Progetto prevenzione incendi)

Altro (Progetto aspetti vegetazionali)

Intervento/Opera  
**Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S.Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina**

Municipio Centro Est I

Quartiere Oregina 11

N° prog. tav. N° tot. tav.

Oggetto della tavola  
**Analisi e Valutazione dei Rischi**

Scala Data  
 Novembre 2015

Livello Progettazione **ESECUTIVO** **GEOTECNICO**

Codice GULP 13937 Codice PROGETTAZIONE 11.01.00 Codice OPERA Codice ARCHIVIO

Tavola N°  
**Da01b**  
**E-G\_Tec**

# ALLEGATO "B"

**Comune di Genova**  
Provincia di GE

## ANALISI E VALUTAZIONE DEI RISCHI

(Allegato XV e art. 100 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.)  
(D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106)

**OGGETTO:** Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S. Ugo in corrispondenza dei giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

**COMMITTENTE:** Comune di Genova.

**CANTIERE:** Via Casaccia, s.n.c., Genova (GE)

Genova, 19/04/2016

### IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA

\_\_\_\_\_  
(Geometra Terenzio Marco)

*per presa visione*

### IL COMMITTENTE

\_\_\_\_\_  
(Direttore Area Tecnica Petacchi Laura )

### **Geometra Terenzio Marco**

Via di Francia, 3  
16149 Genova (GE)  
Tel.: 010.5573222 - Fax: \$EMPTY\_CSP\_10\$  
E-Mail: mterenzio@comune.genova.it

CerTus by Guido Cianciulli - Copyright ACCA software S.p.A.

# ANALISI E VALUTAZIONE DEI RISCHI

La valutazione dei rischi è stata effettuata ai sensi della normativa italiana vigente:

- **D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81**, "Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

Testo coordinato con:

- **D.L. 3 giugno 2008, n. 97**, convertito con modificazioni dalla **L. 2 agosto 2008, n. 129**;
- **D.L. 25 giugno 2008, n. 112**, convertito con modificazioni dalla **L. 6 agosto 2008, n. 133**;
- **D.L. 30 dicembre 2008, n. 207**, convertito con modificazioni dalla **L. 27 febbraio 2009, n. 14**;
- **L. 18 giugno 2009, n. 69**;
- **L. 7 luglio 2009, n. 88**;
- **D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106**;
- **D.L. 30 dicembre 2009, n. 194**, convertito con modificazioni dalla **L. 26 febbraio 2010, n. 25**;
- **D.L. 31 maggio 2010, n. 78**, convertito con modificazioni dalla **L. 30 luglio 2010, n. 122**;
- **L. 4 giugno 2010, n. 96**;
- **L. 13 agosto 2010, n. 136**;
- **Sentenza della Corte costituzionale 2 novembre 2010, n. 310**;
- **D.L. 29 dicembre 2010, n. 225**, convertito con modificazioni dalla **L. 26 febbraio 2011, n. 10**;
- **D.L. 12 maggio 2012, n. 57**, convertito con modificazioni dalla **L. 12 luglio 2012, n. 101**;
- **L. 1 ottobre 2012, n. 177**;
- **L. 24 dicembre 2012, n. 228**;
- **D.Lgs. 13 marzo 2013, n. 32**;
- **D.P.R. 28 marzo 2013, n. 44**;
- **D.L. 21 giugno 2013, n. 69**, convertito con modificazioni dalla **L. 9 agosto 2013, n. 98**;
- **D.L. 28 giugno 2013, n. 76**, convertito con modificazioni dalla **L. 9 agosto 2013, n. 99**;
- **D.L. 14 agosto 2013, n. 93**, convertito con modificazioni dalla **L. 15 ottobre 2013, n. 119**;
- **D.L. 31 agosto 2013, n. 101**, convertito con modificazioni dalla **L. 30 ottobre 2013, n. 125**;
- **D.L. 23 dicembre 2013, n. 145**, convertito con modificazioni dalla **L. 21 febbraio 2014, n. 9**;
- **D.Lgs. 19 febbraio 2014, n. 19**.

## Individuazione del criterio generale seguito per la valutazione dei rischi

La valutazione del rischio [R], necessaria per definire le priorità degli interventi di miglioramento della sicurezza aziendale, è stata effettuata tenendo conto dell'entità del danno [E] (funzione delle conseguenze sulle persone in base ad eventuali conoscenze statistiche o in base al registro degli infortuni o a previsioni ipotizzabili) e della probabilità di accadimento dello stesso [P] (funzione di valutazioni di carattere tecnico e organizzativo, quali le misure di prevenzione e protezione adottate -collettive e individuali-, e funzione dell'esperienza lavorativa degli addetti e del grado di formazione, informazione e addestramento ricevuto).

La metodologia per la valutazione "semi-quantitativa" dei rischi occupazionali generalmente utilizzata è basata sul metodo "a matrice" di seguito esposto.

La **Probabilità di accadimento [P]** è la quantificazione (stima) della probabilità che il danno, derivante da un fattore di rischio dato, effettivamente si verifichi. Essa può assumere un valore sintetico tra 1 e 4, secondo la seguente gamma di soglie di probabilità di accadimento:

Soglia	Descrizione della probabilità di accadimento	Valore
Molto probabile	1) Sono noti episodi in cui il pericolo ha causato danno, 2) Il pericolo può trasformarsi in danno con una correlazione, 3) Il verificarsi del danno non susciterebbe sorpresa.	[P4]
Probabile	1) E' noto qualche episodio in cui il pericolo ha causato danno, 2) Il pericolo può trasformarsi in danno anche se non in modo automatico, 3) Il verificarsi del danno susciterebbe scarsa sorpresa.	[P3]
Poco probabile	1) Sono noti rari episodi già verificati, 2) Il danno può verificarsi solo in circostanze particolari, 3) Il verificarsi del danno susciterebbe sorpresa.	[P2]
Improbabile	1) Non sono noti episodi già verificati, 2) Il danno si può verificare solo per una concatenazione di eventi improbabili e tra loro indipendenti, 3) Il verificarsi del danno susciterebbe incredulità.	[P1]

L'**Entità del danno [E]** è la quantificazione (stima) del potenziale danno derivante da un fattore di rischio dato. Essa può assumere un valore sintetico tra 1 e 4, secondo la seguente gamma di soglie di danno:

Soglia	Descrizione dell'entità del danno	Valore
--------	-----------------------------------	--------

Gravissimo	1) Infortunio con lesioni molto gravi irreversibili e invalidità totale o conseguenze letali, 2) Esposizione cronica con effetti letali o totalmente invalidanti.	[E4]
Grave	1) Infortunio o inabilità temporanea con lesioni significative irreversibili o invalidità parziale. 2) Esposizione cronica con effetti irreversibili o parzialmente invalidanti.	[E3]
Significativo	1) Infortunio o inabilità temporanea con disturbi o lesioni significative reversibili a medio termine. 2) Esposizione cronica con effetti reversibili.	[E2]
Lieve	1) Infortunio o inabilità temporanea con effetti rapidamente reversibili. 2) Esposizione cronica con effetti rapidamente reversibili.	[E1]

Individuato uno specifico pericolo o fattore di rischio, il valore numerico del rischio [R] è stimato quale prodotto dell'Entità del danno [E] per la Probabilità di accadimento [P] dello stesso.

$$[R] = [P] \times [E]$$

Il **Rischio [R]**, quindi, è la quantificazione (stima) del rischio. Esso può assumere un valore sintetico compreso tra 1 e 16, come si può evincere dalla matrice del rischio di seguito riportata.

Rischio [R]	Improbabile [P1]	Poco probabile [P2]	Probabile [P3]	Molto probabile [P4]
Danno lieve [E1]	Rischio basso [P1]X[E1]=1	Rischio basso [P2]X[E1]=2	Rischio moderato [P3]X[E1]=3	Rischio moderato [P4]X[E1]=4
Danno significativo [E2]	Rischio basso [P1]X[E2]=2	Rischio moderato [P2]X[E2]=4	Rischio medio [P3]X[E2]=6	Rischio rilevante [P4]X[E2]=8
Danno grave [E3]	Rischio moderato [P1]X[E3]=3	Rischio medio [P2]X[E3]=6	Rischio rilevante [P3]X[E3]=9	Rischio alto [P4]X[E3]=12
Danno gravissimo [E4]	Rischio moderato [P1]X[E4]=4	Rischio rilevante [P2]X[E4]=8	Rischio alto [P3]X[E4]=12	Rischio alto [P4]X[E4]=16

## ESITO DELLA VALUTAZIONE DEI RISCHI

Sigla	Attività	Entità del Danno Probabilità
<b>- AREA DEL CANTIERE -</b>		
<b>CARATTERISTICHE AREA DEL CANTIERE</b>		
CA	Linee aeree	
RS	Elettrocuzione	E4 * P1 = 4
CA	Alvei fluviali	
RS	Annegamento	E4 * P1 = 4
CA	Manufatti interferenti o sui quali intervenire	
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
CA	Ordigni bellici inesplosi	
RS	Incendi, esplosioni	E1 * P1 = 1
CA	Condutture sotterranee	
RS	Annegamento	E4 * P1 = 4
RS	Elettrocuzione	E4 * P1 = 4
RS	Incendi, esplosioni	E4 * P1 = 4
RS	Seppellimento, sprofondamento	E3 * P1 = 3
<b>FATTORI ESTERNI CHE COMPORTANO RISCHI PER IL CANTIERE</b>		
FE	Strade	
RS	Investimento	E4 * P1 = 4
<b>RISCHI CHE LE LAVORAZIONI DI CANTIERE COMPORTANO PER L'AREA CIRCOSTANTE</b>		
RT	Abitazioni	
RS	Rumore	E2 * P1 = 2
RS	Polveri	E2 * P1 = 2
<b>- ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE -</b>		
OR	Viabilità principale di cantiere	
RS	Investimento	E3 * P1 = 3
OR	Impianti di alimentazione (elettricità, acqua, ecc.)	
RS	Elettrocuzione	E4 * P1 = 4

Sigla	Attività	Entità del Danno Probabilità
OR	Accesso dei mezzi di fornitura materiali	
RS	Investimento	E4 * P1 = 4
OR	Dislocazione delle zone di carico e scarico	
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E3 * P1 = 3
OR	Zone di deposito attrezzature	
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E3 * P1 = 3
OR	Zone di stoccaggio materiali	
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
OR	Zone di stoccaggio dei rifiuti	
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E3 * P1 = 3
OR	Cantiere estivo (condizioni di caldo severo)	
MCS	Microclima (caldo severo) [Le condizioni di lavoro sono accettabili.]	E1 * P1 = 1
RON	Radiazioni ottiche naturali [Rischio basso per la salute.]	E1 * P1 = 1
OR	Cantiere invernale (condizioni di freddo severo)	
MFS	Microclima (freddo severo) [Le condizioni di lavoro sono accettabili.]	E1 * P1 = 1
OR	Macchine movimento terra	
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
OR	Seghe circolari	
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E3 * P1 = 3
OR	Piegaferri	
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E3 * P1 = 3
OR	Impianto elettrico di cantiere	
RS	Elettrocuzione	E4 * P1 = 4
OR	Viabilità principale di cantiere per mezzi meccanici	
RS	Investimento	E3 * P1 = 3
OR	Percorsi pedonali	
RS	Caduta dall'alto	E4 * P1 = 4
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E3 * P1 = 3
OR	Aree per deposito manufatti (scoperta)	
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
<b>- LAVORAZIONI E FASI -</b>		
LF	<b>Allestimento cantiere</b>	
LF	<b>Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi (fase)</b>	
LV	Addetto all'allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi	
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Scala semplice	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Sega circolare	
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Smerigliatrice angolare (flessibile)	
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
AT	Trapano elettrico	
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E3 * P2 = 6
MA	Autocarro	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Getti, schizzi	E2 * P1 = 2
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autocarro" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autocarro" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s²"]	E2 * P1 = 2

Sigla	Attività	Entità del Danno Probabilità
MA	Autogrù	
RS	Cesoamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Getti, schizzi	E1 * P2 = 2
RS	Elettrocuzione	E3 * P1 = 3
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autogrù" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autogrù" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2
MA	Autocarro con gru	
RS	Cesoamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Getti, schizzi	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autocarro" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autocarro" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2
LF	<b>Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere (fase)</b>	
LV	Addetto all'allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere	
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Scala semplice	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Sega circolare	
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Smerigliatrice angolare (flessibile)	
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
AT	Trapano elettrico	
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E3 * P2 = 6
MA	Autocarro	
RS	Cesoamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Getti, schizzi	E2 * P1 = 2
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autocarro" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autocarro" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2
MA	Autogrù	
RS	Cesoamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Getti, schizzi	E1 * P2 = 2
RS	Elettrocuzione	E3 * P1 = 3
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autogrù" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autogrù" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2
MA	Autocarro con gru	
RS	Cesoamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Getti, schizzi	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1

Sigla	Attività	Entità del Danno Probabilità
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autocarro" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autocarro" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2
LF	<b>Allestimento di servizi sanitari del cantiere (fase)</b>	
LV	Addetto all'allestimento di servizi sanitari del cantiere	
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Scala semplice	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Sega circolare	
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Smerigliatrice angolare (flessibile)	
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
AT	Trapano elettrico	
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E3 * P2 = 6
MA	Autocarro	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Getti, schizzi	E2 * P1 = 2
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autocarro" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autocarro" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2
MA	Autogrù	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Getti, schizzi	E1 * P2 = 2
RS	Elettrocuzione	E3 * P1 = 3
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autogrù" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autogrù" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2
MA	Autocarro con gru	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Getti, schizzi	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autocarro" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autocarro" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2
LF	<b>Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere (fase)</b>	
LV	Addetto alla realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere	
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Scala semplice	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Sega circolare	
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1

Sigla	Attività	Entità del Danno Probabilità
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Smerigliatrice angolare (flessibile)	
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
AT	Trapano elettrico	
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
MC1	M.M.C. (sollevamento e trasporto) [Le azioni di sollevamento e trasporto dei carichi sono accettabili.]	E1 * P1 = 1
MA	Autocarro	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Getti, schizzi	E2 * P1 = 2
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autocarro" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autocarro" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2
LF	<b>Realizzazione della viabilità del cantiere (fase)</b>	
LV	Addetto alla realizzazione della viabilità di cantiere	
AT	Andatoie e Passerelle	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E1 * P1 = 1
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
MC1	M.M.C. (sollevamento e trasporto) [Le azioni di sollevamento e trasporto dei carichi sono accettabili.]	E1 * P1 = 1
MA	Autocarro	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Getti, schizzi	E2 * P1 = 2
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autocarro" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autocarro" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2
MA	Pala meccanica	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
RM	Rumore per "Operatore pala meccanica" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore pala meccanica" [HAV "Non presente", WBV "Compreso tra 0,5 e 1 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P3 = 6
LF	<b>Realizzazione di impianto elettrico del cantiere (fase)</b>	
LV	Addetto alla realizzazione di impianto elettrico di cantiere	
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Ponteggio mobile o trabattello	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Scala doppia	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Scala semplice	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Trapano elettrico	

Sigla	Attività	Entità del Danno Probabilità
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Elettrocuzione	E3 * P3 = 9
LF	<b>Muri in terra rinforzata</b>	
LF	<b>Preparazione dell' area (fase)</b>	
LV	Operaio addetto	
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
RS	Investimento, ribaltamento	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RM	Rumore [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
MA	Autocarro	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Getti, schizzi	E2 * P1 = 2
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autocarro" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autocarro" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2
MA	Escavatore	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Elettrocuzione	E3 * P1 = 3
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore escavatore" [HAV "Non presente", WBV "Compreso tra 0,5 e 1 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P3 = 6
RM	Rumore per "Operatore escavatore" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
LF	<b>Movimentazione autocarri e macchine operatrici (fase)</b>	
LV	Addetto alla riprofilatura del terreno	
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Andatoie e Passerelle	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E1 * P1 = 1
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
MA	Autocarro	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Getti, schizzi	E2 * P1 = 2
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autocarro" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autocarro" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2
MA	Escavatore	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Elettrocuzione	E3 * P1 = 3
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore escavatore" [HAV "Non presente", WBV "Compreso tra 0,5 e 1 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P3 = 6
RM	Rumore per "Operatore escavatore" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)."]	E1 * P1 = 1
LF	<b>Casseri metallici di contenimento (fase)</b>	
LV	Addetto ai casseri	
RS	Investimento	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Movimentazione manuale dei carichi	E1 * P1 = 1
LF	<b>Posa in opera del geotessuto di rinforzo (fase)</b>	
LV	Addetto alla posa del geotessuto	
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1

Sigla	Attività	Entità del Danno Probabilità
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Movimentazione manuale dei carichi	E1 * P1 = 1
LF	<b>Fornitura e posa in opera del terreno di formazione del rilevato e del terreno vegetale (fase)</b>	
LV	Addetto alla posa del terreno	
RS	Investimento, ribaltamento	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Seppellimento, sprofondamento	E1 * P1 = 1
LF	<b>Posa pannelli di Gabbiondren</b>	
LV	Addetto alla posa dei pannelli di Gabbiondren	
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E1 * P1 = 1
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
LF	<b>Posa in opera di tubazioni in PVC e canalette prefabbricate</b>	
LF	<b>Scavi e rinterri (fase)</b>	
LF	<b>Rinterro di scavo (sottofase)</b>	
LV	Addetto al rinterro di scavo	
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Andatoie e Passerelle	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E1 * P1 = 1
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E2 * P1 = 2
RS	Seppellimento, sprofondamento	E3 * P2 = 6
MA	Dumper	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RM	Rumore per "Operatore dumper" [Il livello di esposizione è "Maggiore dei valori superiori di azione: 85 dB(A) e 137 dB(C)".]	E3 * P3 = 9
VB	Vibrazioni per "Operatore dumper" [HAV "Non presente", WBV "Compreso tra 0,5 e 1 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P3 = 6
MA	Pala meccanica	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
RM	Rumore per "Operatore pala meccanica" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore pala meccanica" [HAV "Non presente", WBV "Compreso tra 0,5 e 1 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P3 = 6
LF	<b>Scavo a sezione ristretta (sottofase)</b>	
LV	Addetto allo scavo a sezione ristretta	
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Andatoie e Passerelle	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E1 * P1 = 1
AT	Scala semplice	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
RS	Seppellimento, sprofondamento	E3 * P2 = 6
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E2 * P1 = 2
MA	Autocarro	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Getti, schizzi	E2 * P1 = 2
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autocarro" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autocarro" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2
MA	Escavatore	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2

Sigla	Attività	Entità del Danno Probabilità
RS	Elettrocuzione	E3 * P1 = 3
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore escavatore" [HAV "Non presente", WBV "Compreso tra 0,5 e 1 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P3 = 6
RM	Rumore per "Operatore escavatore" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".]	E1 * P1 = 1
MA	Pala meccanica	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
RM	Rumore per "Operatore pala meccanica" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore pala meccanica" [HAV "Non presente", WBV "Compreso tra 0,5 e 1 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P3 = 6
LF	<b>Tracciamento dell'asse di scavo (sottofase)</b>	
LV	Addetto al tracciamento dell'asse di scavo	
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
LF	<b>Posa condotta in PVC e canalette prefabbricate (fase)</b>	
LF	<b>Posa condotta in PVC e canalette prefabbricate (sottofase)</b>	
LV	Addetto alla posa di conduttura fognaria in ghisa	
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Scala semplice	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E3 * P2 = 6
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E2 * P1 = 2
MA	Autocarro con gru	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Getti, schizzi	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autocarro" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autocarro" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2
LF	<b>Realizzazione di nuova scaletta in c.a.</b>	
LF	<b>Casseratura (fase)</b>	
LV	Addetto alla casseratura	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
LF	<b>Orditura e Getti (fase)</b>	
LV	Ferraiolo	
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Ponteggio metallico fisso	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E1 * P1 = 1
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
AT	Ponteggio mobile o trabattello	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Scala semplice	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
RS	Movimentazione manuale dei carichi	E1 * P1 = 1
AT	Trancia-piegaferri	
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E1 * P1 = 1
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E1 * P1 = 1

Sigla	Attività	Entità del Danno Probabilità
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Rumore	E1 * P1 = 1
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
RS	Caduta dall'alto	E4 * P3 = 12
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P3 = 3
LV	Carpentiere	
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Scala semplice	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
RS	Movimentazione manuale dei carichi	E1 * P1 = 1
AT	Sega circolare	
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Rumore	E1 * P1 = 1
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
RS	Caduta dall'alto	E4 * P3 = 12
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E1 * P1 = 1
CH	Chimico [Rischio sicuramente: "Irrilevante per la salute".]	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P3 = 3
RM	Rumore per "Carpentiere" [Il livello di esposizione è "Maggiore dei valori superiori di azione: 85 dB(A) e 137 dB(C)".]	E3 * P3 = 9
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Irritazioni cutanee, reazioni allergiche	E1 * P1 = 1
RS	Getti, schizzi	E1 * P1 = 1
LF	<b>Opere di ingegneria naturalistica</b>	
LF	<b>Intreccio di verghe (fase)</b>	
LV	Addetto all'intreccio di verghe	
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Andatoie e Passerelle	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E1 * P1 = 1
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
MA	Autocarro	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Getti, schizzi	E2 * P1 = 2
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autocarro" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autocarro" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s²"]	E2 * P1 = 2
LF	<b>Scavo di solco al piede dell'opera (fase)</b>	
LV	Addetto allo scavo di solco al piede dell'opera	
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Andatoie e Passerelle	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E1 * P1 = 1
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
LF	<b>Rinterro delle fascine (fase)</b>	
LV	Addetto al rinterro delle fascine	
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Andatoie e Passerelle	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E1 * P1 = 1
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
LF	<b>Idrosemina (fase)</b>	
LV	Addetto all'idrosemina	

Sigla	Attività	Entità del Danno Probabilità
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Andatoie e Passerelle	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E1 * P1 = 1
AT	Pompa idrica	
RS	Annegamento	E1 * P1 = 1
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P1 = 1
MA	Autobotte	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P2 = 4
RS	Getti, schizzi	E1 * P2 = 2
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Scivolamenti, cadute a livello	E1 * P2 = 2
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P2 = 4
RM	Rumore per "Operatore autocarro" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autocarro" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2
LF	<b>Montaggio di ringhiera</b>	
LF	<b>Fornitura e posa di ringhiera (fase)</b>	
LV	Addetto montaggio ringhiera	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Cannello per saldatura ossiacetilenica	
RS	Inalazione fumi, gas, vapori	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
LF	<b>Smobilizzo del cantiere</b>	
LF	<b>Smobilizzo del cantiere (fase)</b>	
LV	Addetto allo smobilizzo del cantiere	
AT	Attrezzi manuali	
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Scala doppia	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Scala semplice	
RS	Caduta dall'alto	E1 * P1 = 1
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E1 * P1 = 1
AT	Smerigliatrice angolare (flessibile)	
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
AT	Trapano elettrico	
RS	Elettrocuzione	E1 * P1 = 1
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1
RS	Caduta di materiale dall'alto o a livello	E3 * P2 = 6
MA	Autocarro	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Getti, schizzi	E2 * P1 = 2
RS	Inalazione polveri, fibre	E1 * P1 = 1
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autocarro" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autocarro" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2
MA	Autogrù	
RS	Cesoiamenti, stritolamenti	E2 * P1 = 2
RS	Getti, schizzi	E1 * P2 = 2
RS	Elettrocuzione	E3 * P1 = 3
RS	Incendi, esplosioni	E3 * P1 = 3
RS	Investimento, ribaltamento	E3 * P1 = 3
RS	Punture, tagli, abrasioni	E1 * P1 = 1

<b>Sigla</b>	<b>Attività</b>	<b>Entità del Danno Probabilità</b>
RS	Urti, colpi, impatti, compressioni	E2 * P1 = 2
RM	Rumore per "Operatore autogrù" [Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".]	E1 * P1 = 1
VB	Vibrazioni per "Operatore autogrù" [HAV "Non presente", WBV "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "]	E2 * P1 = 2

**LEGENDA:**

[CA] = Caratteristiche area del Cantiere; [FE] = Fattori esterni che comportano rischi per il Cantiere; [RT] = Rischi che le lavorazioni di cantiere comportano per l'area circostante; [OR] = Organizzazione del Cantiere; [LF] = Lavorazione; [MA] = Macchina; [LV] = Lavoratore; [AT] = Attrezzo; [RS] = Rischio; [RM] = Rischio rumore; [VB] = Rischio vibrazioni; [CH] = Rischio chimico; [CHS] = Rischio chimico (sicurezza); [MC1] = Rischio M.M.C.(sollevamento e trasporto); [MC2] = Rischio M.M.C.(spinta e traino); [MC3] = Rischio M.M.C.(elevata frequenza); [ROA] = Rischio R.O.A.(operazioni di saldatura); [CM] = Rischio cancerogeno e mutageno; [BIO] = Rischio biologico; [RL] = Rischio R.O.A. (laser); [RNC] = Rischio R.O.A. (non coerenti); [CEM] = Rischio campi elettromagnetici; [AM] = Rischio amianto; [RON] = Rischio radiazioni ottiche naturali; [MCS] = Rischio microclima (caldo severo); [MFS] = Rischio microclima (freddo severo); [SA] = Rischio scariche atmosferiche; [IN] = Rischio incendio; [PR] = Prevenzione; [IC] = Coordinamento; [SG] = Segnaletica; [CG] = Coordinamento delle Lavorazioni e Fasi; [UO] = Ulteriori osservazioni; [E1] = Entità Danno Lieve; [E2] = Entità Danno Serio; [E3] = Entità Danno Grave; [E4] = Entità Danno Gravissimo; [P1] = Probabilità Bassissima; [P2] = Probabilità Bassa; [P3] = Probabilità Media; [P4] = Probabilità Alta.

# ANALISI E VALUTAZIONE RISCHIO RUMORE

La valutazione del rischio specifico è stata effettuata ai sensi della normativa succitata e conformemente agli indirizzi operativi del Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei Luoghi di Lavoro:

- **Indicazioni Operative del CTIPLL (Rev. 2 del 11 marzo 2010)**, "Decreto legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro - indicazioni operative".

In particolare, per il calcolo del livello di esposizione giornaliera o settimanale e per il calcolo dell'attenuazione offerta dai dispositivi di protezione individuale dell'udito, si è tenuto conto della specifica normativa tecnica di riferimento:

- **UNI EN ISO 9612:2011**, "Acustica - Determinazione dell'esposizione al rumore negli ambienti di lavoro - Metodo tecnico progettuale".
- **UNI 9432:2011**, "Acustica - Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro".
- **UNI EN 458:2005**, "Protettori dell'udito - Raccomandazioni per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione - Documento guida".

## Premessa

La valutazione dell'esposizione dei lavoratori al rumore durante il lavoro è stata effettuata prendendo in considerazione in particolare:

- il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a rumore impulsivo;
- i valori limite di esposizione e i valori di azione di cui all'art. 189 del D.Lgs. del 9 aprile 2008, n.81;
- tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rumore, con particolare riferimento alle donne in gravidanza e i minori;
- per quanto possibile a livello tecnico, tutti gli effetti sulla salute e sicurezza dei lavoratori derivanti da interazioni fra rumore e sostanze ototossiche connesse con l'attività svolta e fra rumore e vibrazioni;
- tutti gli effetti indiretti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni fra rumore e segnali di avvertimento o altri suoni che vanno osservati al fine di ridurre il rischio di infortuni;
- le informazioni sull'emissione di rumore fornite dai costruttori dell'attrezzatura di lavoro in conformità alle vigenti disposizioni in materia;
- l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre l'emissione di rumore;
- il prolungamento del periodo di esposizione al rumore oltre l'orario di lavoro normale;
- le informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese, per quanto possibile, quelle reperibili nella letteratura scientifica;
- la disponibilità di dispositivi di protezione dell'udito con adeguate caratteristiche di attenuazione.

**Qualora i dati indicati nelle schede di valutazione, riportate nella relazione, hanno origine da Banca Dati [B], la valutazione relativa a quella scheda ha carattere preventivo, così come previsto dall'art. 190 del D.Lgs. del 9 aprile 2008, n. 81.**

## Calcolo dei livelli di esposizione

I modelli di calcolo adottati per stimare i livelli di esposizione giornaliera o settimanale di ciascun lavoratore, l'attenuazione e adeguatezza dei dispositivi sono i modelli riportati nella normativa tecnica. In particolare ai fini del calcolo dell'esposizione personale al rumore è stata utilizzata la seguente espressione che impiega le percentuali di tempo dedicato alle attività, anziché il tempo espresso in ore/minuti:

$$L_{EX} = 10 \log \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{100} 10^{0,1 L_{Aeq,i}}$$

dove:

$L_{EX}$  è il livello di esposizione personale in dB(A);

$L_{Aeq,i}$  è il livello di esposizione media equivalente  $L_{eq}$  in dB(A) prodotto dall'i-esima attività comprensivo delle incertezze;

$P_i$  è la percentuale di tempo dedicata all'attività i-esima

Ai fini della verifica del rispetto del valore limite 87 dB(A) per il calcolo dell'esposizione personale effettiva al rumore l'espressione utilizzata è analoga alla precedente dove, però, si è utilizzato al posto di livello di esposizione media equivalente il livello di esposizione media equivalente effettivo che tiene conto dell'attenuazione del DPI scelto.

I metodi utilizzati per il calcolo del  $L_{Aeq,i}$  effettivo e del  $p_{peak}$  effettivo a livello dell'orecchio quando si indossa il protettore auricolare, a seconda dei dati disponibili sono quelli previsti dalla norma UNI EN 458:

- Metodo in Banda d'Ottava
- Metodo HML
- Metodo di controllo HML
- Metodo SNR
- Metodo per rumori impulsivi

La verifica di efficacia dei dispositivi di protezione individuale dell'udito, applicando sempre le indicazioni fornite dalla UNI EN 458, è stata fatta confrontando  $L_{Aeq,i}$  effettivo e del  $p_{peak}$  effettivo con quelli desumibili dalle seguenti tabella.

#### Rumori non impulsivi

<b>Livello effettivo all'orecchio <math>L_{Aeq}</math></b>	<b>Stima della protezione</b>
Maggiore di Lact	Insufficiente
Tra Lact e Lact - 5	Accettabile
Tra Lact - 5 e Lact - 10	Buona
Tra Lact - 10 e Lact - 15	Accettabile
Minore di Lact - 15	Troppo alta (iperprotezione)

#### Rumori non impulsivi "Controllo HML" (\*)

<b>Livello effettivo all'orecchio <math>L_{Aeq}</math></b>	<b>Stima della protezione</b>
Maggiore di Lact	Insufficiente
Tra Lact e Lact - 15	Accettabile/Buona
Minore di Lact - 15	Troppo alta (iperprotezione)

#### Rumori impulsivi

<b>Livello effettivo all'orecchio <math>L_{Aeq}</math> e <math>p_{peak}</math></b>	<b>Stima della protezione</b>
$L_{Aeq}$ o $p_{peak}$ maggiore di Lact	DPI-u non adeguato
$L_{Aeq}$ e $p_{peak}$ minori di Lact	DPI-u adeguato

Il livello di azione Lact, secondo le indicazioni della UNI EN 458, corrisponde al valore d'azione oltre il quale c'è l'obbligo di utilizzo dei DPI dell'udito.

(\*) Nel caso il valore di attenuazione del DPI usato per la verifica è quello relativo al rumore ad alta frequenza (Valore H) la stima della protezione vuol verificare se questa è "insufficiente" ( $L_{Aeq}$  maggiore di Lact) o se la protezione "può essere accettabile" ( $L_{Aeq}$  minore di Lact) a condizione di maggiori informazioni sul rumore che si sta valutando.

### Banca dati RUMORE del CPT di Torino

Banca dati realizzata dal C.P.T.-Torino e co-finanziata da INAIL-Regione Piemonte, in applicazione del comma 5-bis, art.190 del D.Lgs. 81/2008 al fine di garantire disponibilità di valori di emissione acustica per quei casi nei quali risulta impossibile disporre di valori misurati sul campo. Banca dati approvata dalla Commissione Consultiva Permanente in data 20 aprile 2011. La banca dati è realizzata secondo la metodologia seguente:

- Procedure di rilievo della potenza sonora, secondo la norma UNI EN ISO 3746 – 2009.
- Procedure di rilievo della pressione sonora, secondo la norma UNI 9432 - 2008.

Schede macchina/attrezzatura complete di:

- dati per la precisa identificazione (tipologia, marca, modello);
- caratteristiche di lavorazione (fase, materiali);
- analisi in frequenza;

Per le misure di potenza sonora si è utilizzata questa strumentazione:

- Fonometro: B&K tipo 2250.
- Calibratore: B&K tipo 4231.
- Nel 2008 si è utilizzato un microfono B&K tipo 4189 da 1/2".
- Nel 2009 si è utilizzato un microfono B&K tipo 4155 da 1/2".

Per le misurazioni di pressione sonora si utilizza un analizzatore SVANTEK modello "SVAN 948" per misure di Rumore, conforme alle norme EN 60651/1994, EN 60804/1 994 classe 1, ISO 8041, ISO 108161 IEC 651, IEC 804 e IEC 61672-1

La strumentazione è costituita da:

- Fonometro integratore mod. 948, di classe I, digitale, conforme a: IEC 651, IEC 804 e IEC 61 672-1. Velocità di acquisizione da 10 ms a 1 h con step da 1 sec. e 1 min.
- Ponderazioni: A, B, Lin.
- Analizzatore: Real-Time 1/1 e 1/3 d'ottava, FFT, RT6O.
- Campo di misura: da 22 dBA a 140 dBA.
- Gamma dinamica: 100 dB, A/D convertitore 4 x 20 bits.
- Gamma di frequenza: da 10 Hz a 20 kHz.
- Rettificatore RMS digitale con rivelatore di Picco, risoluzione 0,1 dB.
- Microfono: SV 22 (tipo 1), 50 mV/Pa, a condensatore polarizzato 1/2" con preamplificatore IEPE modello SV 12L.
- Calibratore: B&K (tipo 4230), 94 dB, 1000 Hz.

Per ciò che concerne i protocolli di misura si rimanda all'allegato alla lettera Circolare del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali del 30 giugno 2011.

N.B. La dove non è stato possibile reperire i valori di emissione sonora di alcune attrezzature in quanto non presenti nella nuova banca dati del C.P.T.-Torino si è fatto riferimento ai valori riportati ne precedente banca dati anche questa approvata dalla Commissione Consultiva Permanente.

## ESITO DELLA VALUTAZIONE RISCHIO RUMORE

Di seguito sono riportati i lavoratori impiegati in lavorazioni e attività comportanti esposizione al rumore. Per ogni mansione è indicata la fascia di appartenenza al rischio rumore.

### Lavoratori e Macchine

Mansione	ESITO DELLA VALUTAZIONE
1) Autobotte	"Minore dei valori: 80 dB(A) e 135 dB(C)"
2) Autocarro	"Minore dei valori: 80 dB(A) e 135 dB(C)"
3) Autocarro con gru	"Minore dei valori: 80 dB(A) e 135 dB(C)"
4) Autogrù	"Minore dei valori: 80 dB(A) e 135 dB(C)"
5) Carpentiere	"Maggiore dei valori: 85 dB(A) e 137 dB(C)"
6) Dumper	"Maggiore dei valori: 85 dB(A) e 137 dB(C)"
7) Escavatore	"Minore dei valori: 80 dB(A) e 135 dB(C)"
8) Operaio addetto	"Minore dei valori: 80 dB(A) e 135 dB(C)"
9) Pala meccanica	"Minore dei valori: 80 dB(A) e 135 dB(C)"

## SCHEDE DI VALUTAZIONE RISCHIO RUMORE

Le schede di rischio che seguono riportano l'esito della valutazione per ogni mansione e, così come disposto dalla normativa tecnica, i seguenti dati:

- i tempi di esposizione per ciascuna attività (attrezzatura) svolta da ciascun lavoratore, come forniti dal datore di lavoro previa consultazione con i lavoratori o con i loro rappresentanti per la sicurezza;
- i livelli sonori continui equivalenti ponderati A per ciascuna attività (attrezzatura) comprensivi di incertezze;
- i livelli sonori di picco ponderati C per ciascuna attività (attrezzatura);
- i rumori impulsivi;
- la fonte dei dati (se misurati [A] o da Banca Dati [B]);
- il tipo di DPI-u da utilizzare.
- livelli sonori continui equivalenti ponderati A effettivi per ciascuna attività (attrezzatura) svolta da ciascun lavoratore;
- livelli sonori di picco ponderati C effettivi per ciascuna attività (attrezzatura) svolta da ciascun lavoratore;
- efficacia dei dispositivi di protezione auricolare;
- livello di esposizione giornaliera o settimanale o livello di esposizione a attività con esposizione al rumore molto variabile (art. 191);

Le eventuali disposizioni relative alla sorveglianza sanitaria, all'informazione e formazione, all'utilizzo di dispositivi di protezione individuale e alle misure tecniche e organizzative sono riportate nel documento della sicurezza di cui il presente è un allegato.

### Tabella di correlazione Mansione - Scheda di valutazione

Mansione	Scheda di valutazione
Carpentiere	SCHEDA N.1 - Rumore per "Carpentiere"
Operaio addetto	SCHEDA N.2
Autobotte	SCHEDA N.3 - Rumore per "Operatore autocarro"
Autocarro con gru	SCHEDA N.3 - Rumore per "Operatore autocarro"
Autocarro	SCHEDA N.3 - Rumore per "Operatore autocarro"
Autogrù	SCHEDA N.4 - Rumore per "Operatore autogrù"
Dumper	SCHEDA N.5 - Rumore per "Operatore dumper"
Escavatore	SCHEDA N.6 - Rumore per "Operatore escavatore"
Pala meccanica	SCHEDA N.7 - Rumore per "Operatore pala meccanica"

## SCHEDA N.1 - Rumore per "Carpentiere"

Analisi dei livelli di esposizione al rumore con riferimento alla Scheda di Gruppo Omogeneo n. 32 del C.P.T. Torino (Costruzioni edili in genere - Nuove costruzioni).

Tipo di esposizione: **Settimanale**

Rumore													
T[%]	L <sub>A,eq</sub> dB(A)	Imp.	L <sub>A,eq</sub> eff. dB(A)	Efficacia DPI-u	Dispositivo di protezione								
	P <sub>peak</sub> dB(C)	Orig.	P <sub>peak</sub> eff. dB(C)		Banda d'ottava APV								
					125	250	500	1k	2k	4k	8k	L	M
<b>1) SEGA CIRCOLARE - EDILSIDER - MASTER 03C MF [Scheda: 908-TO-1281-1-RPR-11]</b>													
10.0	99.6	NO	77.1	Accettabile/Buona	Generico (cuffie o inserti). [Beta: 0.75]								
	122.4	[B]	122.4		-	-	-	-	-	-	-	30.0	-
<b>L<sub>EX</sub></b>			<b>90.0</b>										
<b>L<sub>EX</sub>(effettivo)</b>			<b>68.0</b>										
<b>Fascia di appartenenza:</b> Il livello di esposizione è "Maggiore dei valori superiori di azione: 85 dB(A) e 137 dB(C)".													
<b>Mansioni:</b> Carpentiere.													

## SCHEDA N.2

Attività con esposizione dei lavoratori a rumore.

Tipo di esposizione: **Giornaliera**

Rumore													
T[%]	L <sub>A,eq</sub> dB(A)	Imp.	L <sub>A,eq</sub> eff. dB(A)	Efficacia DPI-u	Dispositivo di protezione								
	P <sub>peak</sub> dB(C)	Orig.	P <sub>peak</sub> eff. dB(C)		Banda d'ottava APV								
					125	250	500	1k	2k	4k	8k	L	M
<b>1) Attività svolta</b>													
100.0	50.0	NO	50.0	-	-								
	100.0	[A]	100.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>L<sub>EX</sub></b>			<b>50.0</b>										
<b>L<sub>EX</sub>(effettivo)</b>			<b>50.0</b>										
<b>Fascia di appartenenza:</b> Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".													
<b>Mansioni:</b> Operaio addetto.													

## SCHEDA N.3 - Rumore per "Operatore autocarro"

Analisi dei livelli di esposizione al rumore con riferimento alla Scheda di Gruppo Omogeneo n. 24 del C.P.T. Torino (Costruzioni edili in genere - Nuove costruzioni).

Tipo di esposizione: **Settimanale**

Rumore													
T[%]	L <sub>A,eq</sub> dB(A)	Imp.	L <sub>A,eq</sub> eff. dB(A)	Efficacia DPI-u	Dispositivo di protezione								
	P <sub>peak</sub> dB(C)	Orig.	P <sub>peak</sub> eff. dB(C)		Banda d'ottava APV								
					125	250	500	1k	2k	4k	8k	L	M
<b>1) AUTOCARRO (B36)</b>													
85.0	78.0	NO	78.0	-	-								

**Tipo di esposizione: Settimanale**

Rumore															
T[%]	L <sub>A,eq</sub> dB(A)	Imp.	L <sub>A,eq</sub> eff. dB(A)	Efficacia DPI-u	Dispositivo di protezione										
	P <sub>peak</sub> dB(C)	Orig.	P <sub>peak</sub> eff. dB(C)		Banda d'ottava APV							L	M	H	SNR
					125	250	500	1k	2k	4k	8k				
	100.0	[B]	100.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>L<sub>EX</sub></b>			<b>78.0</b>												
<b>L<sub>EX</sub>(effettivo)</b>			<b>78.0</b>												
<b>Fascia di appartenenza:</b> Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".															
<b>Mansioni:</b> Autobotte; Autocarro; Autocarro con gru.															

#### SCHEDA N.4 - Rumore per "Operatore autogrù"

Analisi dei livelli di esposizione al rumore con riferimento alla Scheda di Gruppo Omogeneo n. 26 del C.P.T. Torino (Costruzioni edili in genere - Nuove costruzioni).

**Tipo di esposizione: Settimanale**

Rumore															
T[%]	L <sub>A,eq</sub> dB(A)	Imp.	L <sub>A,eq</sub> eff. dB(A)	Efficacia DPI-u	Dispositivo di protezione										
	P <sub>peak</sub> dB(C)	Orig.	P <sub>peak</sub> eff. dB(C)		Banda d'ottava APV							L	M	H	SNR
					125	250	500	1k	2k	4k	8k				
<b>1) AUTOGRU' (B90)</b>															
75.0	81.0	NO	81.0	-	-										
	100.0	[B]	100.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<b>L<sub>EX</sub></b>			<b>80.0</b>												
<b>L<sub>EX</sub>(effettivo)</b>			<b>80.0</b>												
<b>Fascia di appartenenza:</b> Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".															
<b>Mansioni:</b> Autogrù.															

#### SCHEDA N.5 - Rumore per "Operatore dumper"

Analisi dei livelli di esposizione al rumore con riferimento alla Scheda di Gruppo Omogeneo n. 27 del C.P.T. Torino (Costruzioni edili in genere - Nuove costruzioni).

**Tipo di esposizione: Settimanale**

Rumore															
T[%]	L <sub>A,eq</sub> dB(A)	Imp.	L <sub>A,eq</sub> eff. dB(A)	Efficacia DPI-u	Dispositivo di protezione										
	P <sub>peak</sub> dB(C)	Orig.	P <sub>peak</sub> eff. dB(C)		Banda d'ottava APV							L	M	H	SNR
					125	250	500	1k	2k	4k	8k				
<b>1) Utilizzo dumper (B194)</b>															
85.0	88.0	NO	79.0	Accettabile/Buona	Generico (cuffie o inserti). [Beta: 0.75]										
	100.0	[B]	100.0		-	-	-	-	-	-	-	-	12.0	-	-
<b>2) Manutenzione e pause tecniche (A315)</b>															
10.0	64.0	NO	64.0	-	-										
	100.0	[B]	100.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>3) Fisiologico (A315)</b>															
5.0	64.0	NO	64.0	-	-										

Tipo di esposizione: **Settimanale**

Rumore														
T[%]	L <sub>A,eq</sub> dB(A)	Imp.	L <sub>A,eq</sub> eff. dB(A)	Efficacia DPI-u	Dispositivo di protezione									
	P <sub>peak</sub> dB(C)	Orig.	P <sub>peak</sub> eff. dB(C)		Banda d'ottava APV									
					125	250	500	1k	2k	4k	8k	L	M	H
	100.0	[B]	100.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>L<sub>EX</sub></b>			<b>88.0</b>											
<b>L<sub>EX</sub>(effettivo)</b>			<b>79.0</b>											
<b>Fascia di appartenenza:</b> Il livello di esposizione è "Maggiore dei valori superiori di azione: 85 dB(A) e 137 dB(C)".														
<b>Mansioni:</b> Dumper.														

### SCHEDA N.6 - Rumore per "Operatore escavatore"

Analisi dei livelli di esposizione al rumore con riferimento alla Scheda di Gruppo Omogeneo n. 23 del C.P.T. Torino (Costruzioni edili in genere - Nuove costruzioni).

Tipo di esposizione: **Settimanale**

Rumore													
T[%]	L <sub>A,eq</sub> dB(A)	Imp.	L <sub>A,eq</sub> eff. dB(A)	Efficacia DPI-u	Dispositivo di protezione								
	P <sub>peak</sub> dB(C)	Orig.	P <sub>peak</sub> eff. dB(C)		Banda d'ottava APV								
					125	250	500	1k	2k	4k	8k	L	M
<b>1) ESCAVATORE - FIAT-HITACHI - EX355 [Scheda: 941-TO-781-1-RPR-11]</b>													
85.0	76.7	NO	76.7	-	-								
	113.0	[B]	113.0		-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>L<sub>EX</sub></b>			<b>76.0</b>										
<b>L<sub>EX</sub>(effettivo)</b>			<b>76.0</b>										
<b>Fascia di appartenenza:</b> Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".													
<b>Mansioni:</b> Escavatore.													

### SCHEDA N.7 - Rumore per "Operatore pala meccanica"

Analisi dei livelli di esposizione al rumore con riferimento alla Scheda di Gruppo Omogeneo n. 72 del C.P.T. Torino (Costruzioni edili in genere - Ristrutturazioni).

Tipo di esposizione: **Settimanale**

Rumore													
T[%]	L <sub>A,eq</sub> dB(A)	Imp.	L <sub>A,eq</sub> eff. dB(A)	Efficacia DPI-u	Dispositivo di protezione								
	P <sub>peak</sub> dB(C)	Orig.	P <sub>peak</sub> eff. dB(C)		Banda d'ottava APV								
					125	250	500	1k	2k	4k	8k	L	M
<b>1) PALA MECCANICA - CATERPILLAR - 950H [Scheda: 936-TO-1580-1-RPR-11]</b>													
85.0	68.1	NO	68.1	-	-								
	119.9	[B]	119.9		-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>L<sub>EX</sub></b>			<b>68.0</b>										
<b>L<sub>EX</sub>(effettivo)</b>			<b>68.0</b>										
<b>Fascia di appartenenza:</b>													

**Tipo di esposizione: Settimanale**

Rumore													
T[%]	L <sub>A,eq</sub> dB(A)	Imp.	L <sub>A,eq</sub> eff. dB(A)	Efficacia DPI-u	Dispositivo di protezione								
	P <sub>peak</sub> dB(C)	Orig.	P <sub>peak</sub> eff. dB(C)		Banda d'ottava APV				L	M	H	SNR	
					125	250	500	1k					2k
Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".													
<b>Mansioni:</b> Pala meccanica.													

# ANALISI E VALUTAZIONE RISCHIO VIBRAZIONI

La valutazione del rischio specifico è stata effettuata ai sensi della normativa succitata e conformemente agli indirizzi operativi del Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei Luoghi di Lavoro:

- **Indicazioni Operative del CTIPLL (Rev. 2 del 11 marzo 2010)**, "Decreto legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro - indicazioni operative".

## Premessa

La valutazione e, quando necessario, la misura dei livelli di vibrazioni è stata effettuata in base alle disposizioni di cui all'allegato XXXV, parte A, del D.Lgs. 81/2008, per vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (HAV), e in base alle disposizioni di cui all'allegato XXXV, parte B, del D.Lgs. 81/2008, per le vibrazioni trasmesse al corpo intero (WBV).

La valutazione è stata effettuata prendendo in considerazione in particolare:

- il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a vibrazioni intermittenti o a urti ripetuti;
- i valori limite di esposizione e i valori d'azione;
- gli eventuali effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio con particolare riferimento alle donne in gravidanza e ai minori;
- gli eventuali effetti indiretti sulla sicurezza e salute dei lavoratori risultanti da interazioni tra le vibrazioni meccaniche, il rumore e l'ambiente di lavoro o altre attrezzature;
- le informazioni fornite dal costruttore dell'attrezzatura di lavoro;
- l'esistenza di attrezzature alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione alle vibrazioni meccaniche;
- il prolungamento del periodo di esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero al di là delle ore lavorative in locali di cui è responsabile il datore di lavoro;
- le condizioni di lavoro particolari, come le basse temperature, il bagnato, l'elevata umidità o il sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e del rachide;
- le informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese, per quanto possibile, quelle reperibili nella letteratura scientifica.

## Individuazione dei criteri seguiti per la valutazione

La valutazione dell'esposizione al rischio vibrazioni è stata effettuata tenendo in considerazione le caratteristiche delle attività lavorative svolte, coerentemente a quanto indicato nelle "Linee guida per la valutazione del rischio vibrazioni negli ambienti di lavoro" elaborate dall'ISPESL (ora INAIL - Settore Tecnico-Scientifico e Ricerca).

Il procedimento seguito può essere sintetizzato come segue:

- individuazione dei lavoratori esposti al rischio;
- individuazione dei tempi di esposizione;
- individuazione delle singole macchine o attrezzature utilizzate;
- individuazione, in relazione alle macchine ed attrezzature utilizzate, del livello di esposizione;
- determinazione del livello di esposizione giornaliero normalizzato al periodo di riferimento di 8 ore.

## Individuazione dei lavoratori esposti al rischio

L'individuazione dei lavoratori esposti al rischio vibrazioni discende dalla conoscenza delle mansioni espletate dal singolo lavoratore, o meglio dall'individuazione degli utensili manuali, di macchinari condotti a mano o da macchinari mobili utilizzati nelle attività lavorative. E' noto che lavorazioni in cui si impugnano utensili vibranti o materiali sottoposti a vibrazioni o impatti possono indurre un insieme di disturbi neurologici e circolatori digitali e lesioni osteoarticolari a carico degli arti superiori, così come attività lavorative svolte a bordi di mezzi di trasporto o di movimentazione espongono il corpo a vibrazioni o impatti, che possono risultare nocivi per i soggetti esposti.

## Individuazione dei tempi di esposizione

Il tempo di esposizione al rischio vibrazioni dipende, per ciascun lavoratore, dalle effettive situazioni di lavoro. Ovviamente il tempo di effettiva esposizione alle vibrazioni dannose è inferiore a quello dedicato alla lavorazione e ciò per effetto dei periodi di funzionamento a vuoto o a carico ridotto o per altri motivi tecnici, tra cui anche l'adozione di dispositivi di protezione individuale. Si è stimato, in relazione alle metodologie di lavoro adottate e all'utilizzo dei dispositivi di protezione individuali, il coefficiente di riduzione specifico.

## Individuazione delle singole macchine o attrezzature utilizzate

La "Direttiva Macchine" obbliga i costruttori a progettare e costruire le attrezzature di lavoro in modo tale che i rischi dovuti alle vibrazioni trasmesse dalla macchina siano ridotti al livello minimo, tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di mezzi atti a ridurre le vibrazioni, in particolare alla fonte. Inoltre, prescrive che le istruzioni per l'uso contengano anche le seguenti

indicazioni: a) il valore quadratico medio ponderato, in frequenza, dell'accelerazione cui sono esposte le membra superiori quando superi 2,5 m/s<sup>2</sup>; se tale livello è inferiore o pari a 2,5 m/s<sup>2</sup>, occorre indicarlo; b) il valore quadratico medio ponderato, in frequenza, dell'accelerazione cui è esposto il corpo (piedi o parte seduta) quando superi 0,5 m/s<sup>2</sup>; se tale livello è inferiore o pari a 0,5 m/s<sup>2</sup>, occorre indicarlo.

## Individuazione del livello di esposizione durante l'utilizzo

Per determinare il valore di accelerazione necessario per la valutazione del rischio, conformemente alle disposizioni dell'art. 202, comma 2, del D.Lgs. del 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., si è fatto riferimento alla Banca Dati dell'ISPESL (ora INAIL - Settore Tecnico-Scientifico e Ricerca) e/o alle informazioni fornite dai produttori, utilizzando i dati secondo le modalità nel seguito descritte.

### [A] - Valore misurato attrezzatura in BDV INAIL (ex ISPESL)

Per la macchina o l'utensile considerato sono disponibili, in Banca Dati Vibrazioni dell'ISPESL (ora INAIL - Settore Tecnico-Scientifico e Ricerca), i valori di vibrazione misurati in condizioni d'uso rapportabili a quelle operative. Sono stati assunti i valori riportati in Banca Dati Vibrazioni dell'ISPESL (ora INAIL - Settore Tecnico-Scientifico e Ricerca).

### [B] - Valore del fabbricante opportunamente corretto

Per la macchina o l'utensile considerato sono disponibili i valori di vibrazione dichiarati dal fabbricante. Salva la programmazione di successive misure di controllo in opera, è stato assunto quale valore di vibrazione, quello indicato dal fabbricante, maggiorato del fattore di correzione definito in Banca Dati Vibrazione dell'ISPESL (ora INAIL - Settore Tecnico-Scientifico e Ricerca), per le attrezzature che comportano vibrazioni mano-braccio, o da un coefficiente che tenga conto dell'età della macchina, del livello di manutenzione e delle condizioni di utilizzo, per le attrezzature che comportano vibrazioni al corpo intero.

### [C] - Valore di attrezzatura similare in BDV INAIL(ex ISPESL)

Per la macchina o l'utensile considerato, non sono disponibili dati specifici ma sono disponibili i valori di vibrazioni misurati di attrezzature similari (stessa categoria, stessa potenza). Salva la programmazione di successive misure di controllo in opera, è stato assunto quale valore base di vibrazione quello misurato di una attrezzatura similare (stessa categoria, stessa potenza) maggiorato di un coefficiente al fine di tener conto dell'età della macchina, del livello di manutenzione e delle condizioni di utilizzo.

### [D] - Valore di attrezzatura peggiore in BDV INAIL (ex ISPESL)

Per la macchina o l'utensile considerato, non sono disponibili dati specifici né dati per attrezzature similari (stessa categoria, stessa potenza), ma sono disponibili i valori di vibrazioni misurati per attrezzature della stessa tipologia. Salva la programmazione di successive misure di controllo in opera, è stato assunto quale valore base di vibrazione quello peggiore (misurato) di una attrezzatura dello stesso genere maggiorato di un coefficiente al fine di tener conto dell'età della macchina, del livello di manutenzione e delle condizioni di utilizzo.

### [E] - Valore tipico dell'attrezzatura (solo PSC)

Nella redazione del Piano di Sicurezza e di Coordinamento (PSC) vige l'obbligo di valutare i rischi specifici delle lavorazioni, anche se non sono ancora noti le macchine e gli utensili utilizzati dall'impresa esecutrice e, quindi, i relativi valori di vibrazioni. In questo caso viene assunto, come valore base di vibrazione, quello più comune per la tipologia di attrezzatura utilizzata in fase di esecuzione.

Per determinare il valore di accelerazione necessario per la valutazione del rischio, in assenza di valori di riferimento certi, si è proceduto come segue:

## Determinazione del livello di esposizione giornaliero normalizzato al periodo di riferimento di otto ore

### Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio

La valutazione del livello di esposizione alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio si basa principalmente sulla determinazione del valore di esposizione giornaliera normalizzato ad 8 ore di lavoro, A(8) (m/s<sup>2</sup>), calcolato sulla base della radice quadrata della somma dei quadrati (A(w)<sub>sum</sub>) dei valori quadratici medi delle accelerazioni ponderate in frequenza, determinati sui tre assi ortogonali x, y, z, in accordo con quanto prescritto dallo standard ISO 5349-1: 2001. L'espressione matematica per il calcolo di A(8) è di seguito riportata.

$$A(8) = A(w)_{sum} (T\%)^{1/2}$$

dove:

$$A(w)_{\text{sum}} = (a_{wx}^2 + a_{wy}^2 + a_{wz}^2)^{1/2}$$

in cui T% la durata percentuale giornaliera di esposizione a vibrazioni espresso in percentuale e awx, awy e awz i valori r.m.s. dell'accelerazione ponderata in frequenza (in m/s<sup>2</sup>) lungo gli assi x, y e z (ISO 5349-1: 2001).

Nel caso in cui il lavoratore sia esposto a differenti valori di vibrazioni, come nel caso di impiego di più utensili vibranti nell'arco della giornata lavorativa, o nel caso dell'impiego di uno stesso macchinario in differenti condizioni operative, l'esposizione quotidiana a vibrazioni A(8), in m/s<sup>2</sup>, sarà ottenuta mediante l'espressione:

$$A(8) = \left[ \sum_{i=1}^n A(8)_i^2 \right]^{1/2}$$

dove:

A(8)<sub>i</sub> è il parziale relativo all'operazione i-esima, ovvero:

$$A(8)_i = A(w)_{\text{sum},i} (T\%_i)^{1/2}$$

in cui i valori di T%<sub>i</sub> e A(w)<sub>sum,i</sub> sono rispettivamente il tempo di esposizione percentuale e il valore di A(w)<sub>sum</sub> relativi alla operazione i-esima.

### Vibrazioni trasmesse al corpo intero

La valutazione del livello di esposizione alle vibrazioni trasmesse al corpo intero si basa principalmente sulla determinazione del valore di esposizione giornaliera normalizzato ad 8 ore di lavoro, A(8) (m/s<sup>2</sup>), calcolato sulla base del maggiore dei valori numerici dei valori quadratici medi delle accelerazioni ponderate in frequenza, determinati sui tre assi ortogonali:

$$A(w)_{\text{max}} = \max (1,40 \cdot a_{wx}; 1,40 \cdot a_{wy}; a_{wz})$$

secondo la formula di seguito riportata:

$$A(8) = A(w)_{\text{max}} (T\%)^{1/2}$$

in cui T% la durata percentuale giornaliera di esposizione a vibrazioni espresso in percentuale e A(w)<sub>max</sub> il valore massimo tra 1,40awx, 1,40awy e awz i valori r.m.s. dell'accelerazione ponderata in frequenza (in m/s<sup>2</sup>) lungo gli assi x, y e z (ISO 2631-1: 1997).

Nel caso in cui il lavoratore sia esposto a differenti valori di vibrazioni, come nel caso di impiego di più macchinari nell'arco della giornata lavorativa, o nel caso dell'impiego di uno stesso macchinario in differenti condizioni operative, l'esposizione quotidiana a vibrazioni A(8), in m/s<sup>2</sup>, sarà ottenuta mediante l'espressione:

$$A(8) = \left[ \sum_{i=1}^n A(8)_i^2 \right]^{1/2}$$

dove:

A(8)<sub>i</sub> è il parziale relativo all'operazione i-esima, ovvero:

$$A(8)_i = A(w)_{\text{max},i} (T\%_i)^{1/2}$$

in cui i valori di T%<sub>i</sub> a A(w)<sub>max,i</sub> sono rispettivamente il tempo di esposizione percentuale e il valore di A(w)<sub>max</sub> relativi alla operazione i-esima.

## ESITO DELLA VALUTAZIONE RISCHIO VIBRAZIONI

Di seguito è riportato l'elenco delle mansioni addette ad attività lavorative che espongono a vibrazioni e il relativo esito della valutazione del rischio suddiviso in relazione al corpo intero (WBV) e al sistema mano braccio (HAV).

#### Lavoratori e Macchine

Mansione	ESITO DELLA VALUTAZIONE	
	Mano-braccio (HAV)	Corpo intero (WBV)
1) Autobotte	"Non presente"	"Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "
2) Autocarro	"Non presente"	"Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "
3) Autocarro con gru	"Non presente"	"Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "
4) Autogrù	"Non presente"	"Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "
5) Dumper	"Non presente"	"Compreso tra 0,5 e 1 m/s <sup>2</sup> "
6) Escavatore	"Non presente"	"Compreso tra 0,5 e 1 m/s <sup>2</sup> "
7) Pala meccanica	"Non presente"	"Compreso tra 0,5 e 1 m/s <sup>2</sup> "

## SCHEDE DI VALUTAZIONE

Le schede di rischio che seguono, ognuna di esse rappresentativa di un gruppo omogeneo, riportano l'esito della valutazione per ogni mansione.

Le eventuali disposizioni relative alla sorveglianza sanitaria, all'informazione e formazione, all'utilizzo di dispositivi di protezione individuale e alle misure tecniche e organizzative sono riportate nel documento della sicurezza di cui il presente è un allegato.

#### Tabella di correlazione Mansione - Scheda di valutazione

Mansione	Scheda di valutazione
Autobotte	SCHEDA N.1 - Vibrazioni per "Operatore autocarro"
Autocarro con gru	SCHEDA N.1 - Vibrazioni per "Operatore autocarro"
Autocarro	SCHEDA N.1 - Vibrazioni per "Operatore autocarro"
Autogrù	SCHEDA N.2 - Vibrazioni per "Operatore autogrù"
Dumper	SCHEDA N.3 - Vibrazioni per "Operatore dumper"
Escavatore	SCHEDA N.4 - Vibrazioni per "Operatore escavatore"
Pala meccanica	SCHEDA N.5 - Vibrazioni per "Operatore pala meccanica"

### SCHEDA N.1 - Vibrazioni per "Operatore autocarro"

Analisi delle attività e dei tempi di esposizione con riferimento alla Scheda di Gruppo Omogeneo n. 24 del C.P.T. Torino (Costruzioni edili in genere - Nuove costruzioni): a) utilizzo autocarro per 60%.

Macchina o Utensile utilizzato					
Tempo lavorazione	Coefficiente di correzione	Tempo di esposizione	Livello di esposizione	Origine dato	Tipo
[%]		[%]	[m/s <sup>2</sup> ]		
<b>1) Autocarro (generico)</b>					
60.0	0.8	48.0	0.5	[E] - Valore tipico attrezzatura (solo PSC)	WBV
<b>WBV - Esposizione A(8)</b>		<b>48.00</b>	<b>0.374</b>		
<b>Fascia di appartenenza:</b>					
Mano-Braccio (HAV) = "Non presente"					
Corpo Intero (WBV) = "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "					
<b>Mansioni:</b>					
Autobotte; Autocarro; Autocarro con gru.					

### SCHEDA N.2 - Vibrazioni per "Operatore autogrù"

Analisi delle attività e dei tempi di esposizione con riferimento alla Scheda di Gruppo Omogeneo n. 26 del C.P.T. Torino (Costruzioni edili in genere - Nuove costruzioni): a) movimentazione carichi per 50%; b) spostamenti per 25%.

Macchina o Utensile utilizzato					
Tempo lavorazione	Coefficiente di correzione	Tempo di esposizione	Livello di esposizione	Origine dato	Tipo
[%]		[%]	[m/s <sup>2</sup> ]		
<b>1) Autogrù (generica)</b>					
75.0	0.8	60.0	0.5	[E] - Valore tipico attrezzatura (solo PSC)	WBV
<b>WBV - Esposizione A(8)</b>		<b>60.00</b>	<b>0.372</b>		
<p><b>Fascia di appartenenza:</b>                      Mano-Braccio (HAV) = "Non presente"                      Corpo Intero (WBV) = "Inferiore a 0,5 m/s<sup>2</sup>"</p> <p><b>Mansioni:</b>                      Autogrù.</p>					

### SCHEDA N.3 - Vibrazioni per "Operatore dumper"

Analisi delle attività e dei tempi di esposizione con riferimento alla Scheda di Gruppo Omogeneo n. 27 del C.P.T. Torino (Costruzioni edili in genere - Nuove costruzioni): a) utilizzo dumper per 60%.

Macchina o Utensile utilizzato					
Tempo lavorazione	Coefficiente di correzione	Tempo di esposizione	Livello di esposizione	Origine dato	Tipo
[%]		[%]	[m/s <sup>2</sup> ]		
<b>1) Dumper (generico)</b>					
60.0	0.8	48.0	0.7	[E] - Valore tipico attrezzatura (solo PSC)	WBV
<b>WBV - Esposizione A(8)</b>		<b>48.00</b>	<b>0.506</b>		
<p><b>Fascia di appartenenza:</b>                      Mano-Braccio (HAV) = "Non presente"                      Corpo Intero (WBV) = "Compreso tra 0,5 e 1 m/s<sup>2</sup>"</p> <p><b>Mansioni:</b>                      Dumper.</p>					

### SCHEDA N.4 - Vibrazioni per "Operatore escavatore"

Analisi delle attività e dei tempi di esposizione con riferimento alla Scheda di Gruppo Omogeneo n. 23 del C.P.T. Torino (Costruzioni edili in genere - Nuove costruzioni): a) utilizzo escavatore (cingolato, gommato) per 60%.

Macchina o Utensile utilizzato					
Tempo lavorazione	Coefficiente di correzione	Tempo di esposizione	Livello di esposizione	Origine dato	Tipo
[%]		[%]	[m/s <sup>2</sup> ]		
<b>1) Escavatore (generico)</b>					
60.0	0.8	48.0	0.7	[E] - Valore tipico attrezzatura (solo PSC)	WBV
<b>WBV - Esposizione A(8)</b>		<b>48.00</b>	<b>0.506</b>		
<p><b>Fascia di appartenenza:</b>                      Mano-Braccio (HAV) = "Non presente"                      Corpo Intero (WBV) = "Compreso tra 0,5 e 1 m/s<sup>2</sup>"</p> <p><b>Mansioni:</b>                      Escavatore.</p>					

## SCHEDA N.5 - Vibrazioni per "Operatore pala meccanica"

Analisi delle attività e dei tempi di esposizione con riferimento alla Scheda di Gruppo Omogeneo n. 22 del C.P.T. Torino  
(Costruzioni edili in genere - Nuove costruzioni): a) utilizzo pala meccanica (cingolata, gommata) per 60%.

Macchina o Utensile utilizzato					
Tempo lavorazione	Coefficiente di correzione	Tempo di esposizione	Livello di esposizione	Origine dato	Tipo
[%]		[%]	[m/s <sup>2</sup> ]		
<b>1) Pala meccanica (generica)</b>					
60.0	0.8	48.0	0.7	[E] - Valore tipico attrezzatura (solo PSC)	WBV
<b>WBV - Esposizione A(8)</b>		<b>48.00</b>	<b>0.506</b>		
<b>Fascia di appartenenza:</b> Mano-Braccio (HAV) = "Non presente" Corpo Intero (WBV) = "Compreso tra 0,5 e 1 m/s <sup>2</sup> "					
<b>Mansioni:</b> Pala meccanica.					

# ANALISI E VALUTAZIONE MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI SOLLEVAMENTO E TRASPORTO

La valutazione del rischio specifico è stata effettuata ai sensi della normativa succitata e conformemente alla normativa tecnica applicabile:

- **ISO 11228-1:2003**, "Ergonomics - Manual handling - Lifting and carrying"

## Premessa

La valutazione dei rischi derivanti da azioni di sollevamento e trasporto riportata di seguito è stata eseguita secondo le disposizioni del D.Lgs del 9 aprile 2008, n.81 e la normativa tecnica ISO 11228-1, ed in particolare considerando:

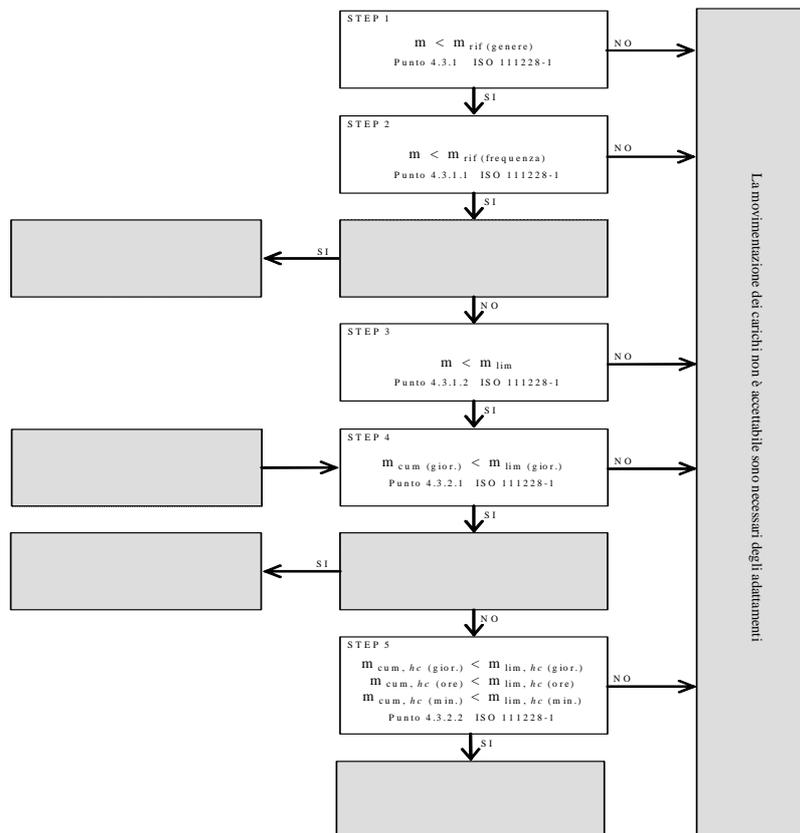
- la fascia di età e sesso di gruppi omogenei lavoratori;
- le condizioni di movimentazione;
- il carico sollevato, la frequenza di sollevamento, la posizione delle mani, la distanza di sollevamento, la presa, la distanza di trasporto;
- i valori del carico, raccomandati per il sollevamento e il trasporto;
- gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori;
- le informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria e dalla letteratura scientifica disponibile;
- l'informazione e formazione dei lavoratori.

## Valutazione del rischio

Sulla base di considerazioni legate alla mansione svolta, previa consultazione del datore di lavoro e dei rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza sono stati individuati i **gruppi omogenei di lavoratori** corrispondenti ai gruppi di lavoratori che svolgono la medesima attività nell'ambito del processo produttivo dall'azienda. Quindi si è proceduto, a secondo del gruppo, alla valutazione del rischio. La valutazione delle azioni del sollevamento e del trasporto, ovvero la movimentazione di un oggetto dalla sua posizione iniziale verso l'alto, senza ausilio meccanico, e il trasporto orizzontale di un oggetto tenuto sollevato dalla sola forza dell'uomo si basa su un modello costituito da cinque step successivi:

- Step 1 valutazione del peso effettivamente sollevato rispetto alla massa di riferimento;
- Step 2 valutazione dell'azione in relazione alla frequenza raccomandata in funzione della massa sollevata;
- Step 3 valutazione dell'azione in relazione ai fattori ergonomici (per esempio, la distanza orizzontale, l'altezza di sollevamento, l'angolo di asimmetria ecc.);
- Step 4 valutazione dell'azione in relazione alla massa cumulativa giornaliera (ovvero il prodotto tra il peso trasportato e la frequenza del trasporto);
- Step 5 valutazione concernente la massa cumulativa e la distanza del trasporto in piano.

I cinque passaggi sono illustrati con lo schema di flusso rappresentato nello schema 1. In ogni step sono desunti o calcolati valori limite di riferimento (per esempio, il peso limite). Se la valutazione concernente il singolo step porta a una conclusione positiva, ovvero il valore limite di riferimento è rispettato, si passa a quello successivo. Qualora, invece, la valutazione porti a una conclusione negativa, è necessario adottare azioni di miglioramento per riportare il rischio a condizioni accettabili.



### Valutazione della massa di riferimento in base al genere, $m_{rif}$

Nel primo step si confronta il peso effettivo dell'oggetto sollevato con la massa di riferimento  $m_{rif}$ , che è desunta dalla tabella presente nell'Allegato C alla norma ISO 11228-1. La massa di riferimento si differenzia a seconda del genere (maschio o femmina), in linea con quanto previsto dall'art. 28, D.Lgs. n. 81/2008, il quale ha stabilito che la valutazione dei rischi deve comprendere anche i rischi particolari, tra i quali quelli connessi alle differenze di genere.

La massa di riferimento è individuata, a seconda del genere che caratterizza il gruppo omogeneo, al fine di garantire la protezione di almeno il 90% della popolazione lavorativa.

La massa di riferimento costituisce il peso limite in condizioni ergonomiche ideali e che, qualora le azioni di sollevamento non siano occasionali.

### Valutazione della massa di riferimento in base alla frequenza, $m_{rif}$

Nel secondo step si procede a confrontare il peso effettivamente sollevato con la frequenza di movimentazione  $f$  (atti/minuto); in base alla durata giornaliera della movimentazione, solo breve e media durata, si ricava il peso limite raccomandato, in funzione della frequenza, in base al grafico di cui alla figura 2 della norma ISO 11228-1.

### Valutazione della massa in relazione ai fattori ergonomici, $m_{lim}$

Nel terzo step si confronta la massa movimentata,  $m$ , con il peso limite raccomandato che deve essere calcolato tenendo in considerazione i parametri che caratterizzano la tipologia di sollevamento e, in particolare:

- la massa dell'oggetto  $m$ ;
- la distanza orizzontale di presa del carico,  $h$ , misurata dalla linea congiungente i malleoli interni al punto di mezzo tra la presa delle mani proiettata a terra;
- il fattore altezza,  $v$ , ovvero l'altezza da terra del punto di presa del carico;
- la distanza verticale di sollevamento,  $d$ ;
- la frequenza delle azioni di sollevamento,  $f$ ;
- la durata delle azioni di sollevamento,  $t$ ;
- l'angolo di asimmetria (torsione del busto),  $\alpha$ ;
- la qualità della presa dell'oggetto,  $c$ .

Il peso limite raccomandato è calcolato, sia all'origine che alla della movimentazione sulla base di una formula proposta nell'Allegato A.7 alla ISO 11228-1:

$$m_{lim} = m_{rif} \times h_M \times d_M \times v_M \times f_M \times \alpha_M \times c_M \quad (1)$$

dove:

$m_{rif}$  è la massa di riferimento in base al genere.

$h_M$  è il fattore riduttivo che tiene conto della distanza orizzontale di presa del carico,  $h$ ;

$d_M$  è il fattore riduttivo che tiene conto della distanza verticale di sollevamento,  $d$ ;

$v_M$  è il fattore riduttivo che tiene conto dell'altezza da terra del punto di presa del carico;

$f_M$  è il fattore riduttivo che tiene conto della frequenza delle azioni di sollevamento,  $f$ ;

$\alpha_M$  è il fattore riduttivo che tiene conto dell'angolo di asimmetria (torsione del busto),  $\alpha$ ;

$c_M$  è il fattore riduttivo che tiene conto della qualità della presa dell'oggetto,  $c$ .

#### Valutazione della massa cumulativa su lungo periodo, $m_{lim.}$ (giornaliera)

Nel quarto step si confronta la massa cumulativa  $m_{cum}$  giornaliera, ovvero il prodotto tra il peso trasportato e la frequenza di trasporto per le otto ore lavorativa, con la massa raccomandata  $m_{lim.}$  giornaliera che è pari a 10000 kg in caso di solo sollevamento o trasporto inferiore ai 20 m, o 6000 kg in caso di trasporto superiore o uguale ai 20 m.

#### Valutazione della massa cumulativa trasportata su lungo, medio e breve periodo, $m_{lim.}$ (giornaliera), $m_{lim.}$ (orario) e $m_{lim.}$ (minuto)

In caso di trasporto su distanza  $h_c$  uguale o maggiore di 1 m, nel quinto step si confronta la di massa cumulativa  $m_{cum}$  sul breve, medio e lungo periodo (giornaliera, oraria e al minuto) con la massa raccomandata  $m_{lim.}$  desunta dalla la tabella 1 della norma ISO 11228-1.

## ESITO DELLA VALUTAZIONE MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI SOLLEVAMENTO E TRASPORTO

Sulla base di considerazioni legate alla mansione svolta, previa consultazione del datore di lavoro e dei rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza sono stati individuati **gruppi omogenei di lavoratori**, univocamente identificati attraverso le **SCHEDE DI VALUTAZIONE** riportate nel successivo capitolo. Di seguito è riportato l'elenco delle mansioni e il relativo esito della valutazione al rischio dovuto alle azioni di sollevamento e trasporto.

#### Lavoratori e Macchine

Mansione	ESITO DELLA VALUTAZIONE
1) Addetto alla realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere	Forze di sollevamento e trasporto accettabili.
2) Addetto alla realizzazione della viabilità di cantiere	Forze di sollevamento e trasporto accettabili.

## SCHEDE DI VALUTAZIONE MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI SOLLEVAMENTO E TRASPORTO

Le schede di rischio che seguono, ognuna di esse rappresentativa di un gruppo omogeneo, riportano l'esito della valutazione per ogni mansione.

Le eventuali disposizioni relative alla sorveglianza sanitaria, all'informazione e formazione, all'utilizzo di dispositivi di protezione individuale e alle misure tecniche e organizzative sono riportate nel documento della sicurezza di cui il presente è un allegato.

#### Tabella di correlazione Mansione - Scheda di valutazione

Mansione	Scheda di valutazione
Addetto alla realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere	SCHEDA N.1
Addetto alla realizzazione della viabilità di cantiere	SCHEDA N.1

#### SCHEDA N.1

Lesioni relative all'apparato scheletrico e/o muscolare durante la movimentazione manuale dei carichi con operazioni di trasporto o sostegno comprese le azioni di sollevare e deporre i carichi.

Esito della valutazione dei compiti giornalieri								
Condizioni	Carico movimentato		Carico movimentato (giornaliero)		Carico movimentato (orario)		Carico movimentato (minuto)	
	m	m <sub>lim</sub>	m <sub>cum</sub>	m <sub>lim</sub>	m <sub>cum</sub>	m <sub>lim</sub>	m <sub>cum</sub>	m <sub>lim</sub>
	[kg]	[kg]	[kg/giorno]	[kg/giorno]	[kg/ora]	[kg/ora]	[kg/minuto]	[kg/minuto]
<b>1) Compito</b>								
Specifiche	10.00	13.74	1200.00	10000.00	300.00	7200.00	5.00	120.00
<b>Fascia di appartenenza:</b> Le azioni di sollevamento e trasporto dei carichi sono accettabili.								
<b>Mansioni:</b> Addetto alla realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere; Addetto alla realizzazione della viabilità di cantiere.								

Descrizione del genere del gruppo di lavoratori																	
Fascia di età		Adulta			Sesso		Maschio			m <sub>rif</sub> [kg]		25.00					
Compito giornaliero																	
Posizione del carico	Carico	Posizione delle mani				Distanza verticale e di trasporto		Durata e frequenza		Presenza	Fattori riduttivi						
		m	h	v	Ang.	d	h <sub>c</sub>	t	f		c	F <sub>M</sub>	H <sub>M</sub>	V <sub>M</sub>	D <sub>M</sub>	Ang. <sub>M</sub>	C <sub>M</sub>
		[kg]	[m]	[m]	[gradi]	[m]	[m]	[%]	[n/min]								
<b>1) Compito</b>																	
Inizio	10.00	0.25	0.50	30	1.00	<=1	50	0.5	buona	0.81	1.00	0.93	0.87	0.90	1.00	1.00	
Fine		0.25	1.50	0						0.81	1.00	0.78	0.87	1.00	1.00		

# ANALISI E VALUTAZIONE RISCHIO CHIMICO

La valutazione del rischio specifico è stata effettuata ai sensi della normativa italiana succitata e in particolare si è fatto riferimento al:

- **Regolamento CE n. 1272 del 16 dicembre 2008 (CLP)** relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al regolamento (CE) n. 1907/2006;
- **Regolamento CE n. 790 del 10 agosto 2009 (ATP01)** recante modifica, ai fini dell'adeguamento al progresso tecnico e scientifico, del regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele.

## Premessa

In alternativa alla misurazione dell'agente chimico è possibile, e largamente praticato, l'uso di sistemi di valutazione del rischio basati su relazioni matematiche denominati algoritmi di valutazione "semplificata".

In particolare, il modello di valutazione del rischio adottato è una procedura di analisi che consente di effettuare la valutazione del rischio tramite una assegnazione di un punteggio (peso) ai vari fattori che intervengono nella determinazione del rischio (pericolosità, quantità, durata dell'esposizione presenza di misure preventive) ne determinano l'importanza assoluta o reciproca sul risultato valutativo finale.

Il Rischio R, individuato secondo il modello, quindi, è in accordo con l'art. 223, comma 1 del D.Lgs. 81/2008, che prevede la valutazione dei rischi considerando in particolare i seguenti elementi degli agenti chimici:

- le loro proprietà pericolose;
- le informazioni sulla salute e sicurezza comunicate dal responsabile dell'immissione sul mercato tramite la relativa scheda di sicurezza predisposta ai sensi dei decreti legislativi 3 febbraio 1997, n. 52, e 14 marzo 2003, n. 65, e successive modifiche;
- il livello, il tipo e la durata dell'esposizione;
- le circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti, compresa la quantità degli stessi;
- i valori limite di esposizione professionale o i valori limite biologici;
- gli effetti delle misure preventive e protettive adottate o da adottare;
- se disponibili, le conclusioni tratte da eventuali azioni di sorveglianza sanitaria già intraprese.

Si precisa, che i modelli di valutazione semplificata, come l'algoritmo di seguito proposto, sono da considerarsi strumenti di particolare utilità nella valutazione del rischio -in quanto rende affrontabile il percorso di valutazione ai Datori di Lavoro- per la classificazione delle proprie aziende al di sopra o al di sotto della soglia di: "*Rischio irrilevante per la salute*". Se, però, a seguito della valutazione è superata la soglia predetta si rende necessaria l'adozione delle misure degli artt. 225, 226, 229 e 230 del D.Lgs. 81/2008 tra cui la misurazione degli agenti chimici.

## Valutazione del rischio ( $R_{chim}$ )

Il Rischio ( $R_{chim}$ ) per le valutazioni del Fattore di rischio derivante dall'esposizione ad agenti chimici pericolosi è determinato dal prodotto del Pericolo ( $P_{chim}$ ) e l'Esposizione (E), come si evince dalla seguente formula:

$$R_{chim} = P_{chim} \cdot E \quad (1)$$

Il valore dell'indice di Pericolosità ( $P_{chim}$ ) è determinato principalmente dall'analisi delle informazioni sulla salute e sicurezza fornite dal produttore della sostanza o preparato chimico, e nello specifico dall'analisi delle Frasi H e/o Frasi EUH in esse contenute.

L'esposizione (E) che rappresenta il livello di esposizione dei soggetti nella specifica attività lavorativa è calcolato separatamente per Esposizioni inalatoria ( $E_{in}$ ) o per via cutanea ( $E_{cu}$ ) e dipende principalmente dalla quantità in uso e dagli effetti delle misure di prevenzione e protezione già adottate.

Inoltre, il modello di valutazione proposto si specializza in funzione della sorgente del rischio di esposizione ad agenti chimici pericolosi, ovvero a seconda se l'esposizione è dovuta dalla lavorazione o presenza di sostanze o preparati pericolosi, ovvero, dall'esposizione ad agenti chimici che si sviluppano da un'attività lavorativa (ad esempio: saldatura, stampaggio di materiali plastici, ecc.).

Nel modello il Rischio ( $R_{chim}$ ) è calcolato separatamente per esposizioni inalatorie e per esposizioni cutanee:

$$R_{chim,in} = P_{chim} \cdot E_{in} \quad (1a)$$

$$R_{chim,cu} = P_{chim} \cdot E_{cu} \quad (1b)$$

E nel caso di presenza contemporanea, il Rischio ( $R_{chim}$ ) è determinato mediante la seguente formula:

$$R_{chim} = \left[ (R_{chim,in})^2 + (R_{chim,cu})^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

Gli intervalli di variazione di  $R_{chim}$  per esposizioni inalatorie e cutanee sono i seguenti:

$$0,1 \leq R_{chim, in} \leq 100 \quad (3)$$

$$0,1 \leq R_{chim, cu} \leq 100 \quad (4)$$

Ne consegue che il valore di rischio chimico  $R_{chim}$  può essere il seguente:

$$0,10 < R_{chim} < 141,42 \quad (5)$$

Ne consegue la seguente gamma di esposizioni:

Rischio	Fascia di esposizione
$R_{chim} < 0,1$	Esito della valutazione Rischio inesistente per la salute
$0,1 \leq R_{chim} < 15$	Rischio sicuramente "Irrilevante per la salute"
$15 \leq R_{chim} < 21$	Rischio "Irrilevante per la salute"
$21 \leq R_{chim} < 40$	Rischio superiore a "Irrilevante per la salute"
$40 \leq R_{chim} < 80$	Rischio rilevante per la salute
$R_{chim} > 80$	Rischio alto per la salute

### Pericolosità ( $P_{chim}$ )

Indipendentemente dalla sorgente di rischio, sia essa una sostanza o preparato chimico impiegato o una attività lavorativa, l'indice di Pericolosità di un agente chimico ( $P_{chim}$ ) è attribuito in funzione della classificazione delle sostanze e dei preparati pericolosi stabilita dalla normativa italiana vigente.

I fattori di rischio di un agente chimico, o più in generale di una sostanza o preparato chimico, sono segnalati in frasi tipo, denominate Frasi H e/o Frasi EUH riportate nell'etichettatura di pericolo e nella scheda informativa in materia di sicurezza fornita dal produttore stesso.

**L'indice di pericolosità ( $P_{chim}$ ) è naturalmente assegnato solo per le Frasi H e/o Frasi EUH che comportano un rischio per la salute dei lavoratori in caso di esposizione ad agenti chimici pericolosi.**

**La metodologia NON è applicabile alle sostanze o ai preparati chimici pericolosi classificati o classificabili come pericolosi per la sicurezza, pericolosi per l'ambiente o per le sostanze o preparati chimici classificabili o classificati come cancerogeni o mutageni.**

Pertanto, nel caso di presenza congiunta di Frasi H e/o Frasi EUH che comportano un rischio per la salute e Frasi H e/o Frasi EUH che comportano rischi per la sicurezza o per l'ambiente o in presenza di sostanze cancerogene o mutagene si integra la presente valutazione specifica per "la salute" con una o più valutazioni specifiche per i pertinenti pericoli.

Inoltre, è attribuito un punteggio anche per le sostanze e i preparati non classificati come pericolosi, ma che nel processo di lavorazione si trasformano o si decompongono emettendo tipicamente agenti chimici pericolosi (ad esempio nelle operazioni di saldatura, ecc.).

Il massimo punteggio attribuibile ad una agente chimico è pari a 10 (sostanza o preparato sicuramente pericoloso) ed il minimo è pari a 1 (sostanza o preparato non classificato o non classificabile come pericoloso).

### Esposizione per via inalatoria ( $E_{in, sost}$ ) da sostanza o preparato

L'indice di Esposizione per via inalatoria di una sostanza o preparato chimico ( $E_{in, sost}$ ) è determinato come prodotto tra l'indice di esposizione potenziale ( $E_p$ ), agli agenti chimici contenuti nelle sostanze o preparati chimici impiegati, e il fattore di distanza ( $f_d$ ), indicativo della distanza dei lavoratori dalla sorgente di rischio.

$$E_{in, sost} = E_p \cdot f_d \quad (6)$$

L'Esposizione potenziale ( $E_p$ ) è una funzione a cinque variabili, risolta mediante un sistema a matrici di progressive. L'indice risultante può assumere valori compresi tra 1 e 10, a seconda del livello di esposizione determinato mediante la matrice predetta.

Livello di esposizione	Esposizione potenziale ( $E_p$ )
A. Basso	1
B. Moderato	3
C. Rilevante	7
D. Alto	10

Il Fattore di distanza ( $f_d$ ) è un coefficiente riduttore dell'indice di esposizione potenziale ( $E_p$ ) che tiene conto della distanza del lavoratore dalla sorgente di rischio. I valori che può assumere sono compresi tra  $f_d = 1,00$  (distanza inferiore ad un metro) a  $f_d = 0,10$  (distanza maggiore o uguale a 10 metri).

Distanza dalla sorgente di rischio chimico

Fattore di distanza ( $f_d$ )

A.	Inferiore ad 1 m	1,00
B.	Da 1 m a inferiore a 3 m	0,75
C.	Da 3 m a inferiore a 5 m	0,50
D.	Da 5 m a inferiore a 10 m	0,25
E.	Maggiore o uguale a 10 m	0,10

## Determinazione dell'indice di Esposizione potenziale ( $E_p$ )

L'indice di Esposizione potenziale ( $E_p$ ) è determinato risolvendo un sistema di quattro matrici progressive che utilizzano come dati di ingresso le seguenti cinque variabili:

- Proprietà chimico fisiche
- Quantitativi presenti
- Tipologia d'uso
- Tipologia di controllo
- Tempo d'esposizione

Le prime due variabili, "*Proprietà chimico fisiche*" delle sostanze e dei preparati chimici impiegati (stato solido, nebbia, polvere fine, liquido a diversa volatilità o stato gassoso) e dei "*Quantitativi presenti*" nei luoghi di lavoro, sono degli indicatori di "propensione" dei prodotti impiegati a rilasciare agenti chimici aerodispersi.

Le ultime tre variabili, "*Tipologia d'uso*" (sistema chiuso, inclusione in matrice, uso controllato o uso dispersivo), "*Tipologia di controllo*" (contenimento completo, aspirazione localizzata, segregazione, separazione, ventilazione generale, manipolazione diretta) e "*Tempo d'esposizione*", sono invece degli indicatori di "compensazione", ovvero, che limitano la presenza di agenti aerodispersi.

### Matrice di presenza potenziale

La prima matrice è una funzione delle variabili "*Proprietà chimico-fisiche*" e "*Quantitativi presenti*" dei prodotti chimici impiegati e restituisce un indicatore (crescente) della presenza potenziale di agenti chimici aerodispersi su quattro livelli.

1. Bassa
2. Moderata
3. Rilevante
4. Alta

I valori della variabile "*Proprietà chimico fisiche*" sono ordinati in ordine crescente relativamente alla possibilità della sostanza di rendersi disponibile nell'aria, in funzione della volatilità del liquido e della ipotizzabile o conosciuta granulometria delle polveri.

La variabile "*Quantità presente*" è una stima della quantità di prodotto chimico presente e destinato, con qualunque modalità, all'uso nell'ambiente di lavoro.

#### Matrice di presenza potenziale

Quantitativi presenti	A.	B.	C.	D.	E.
Proprietà chimico fisiche	Inferiore di 0,1 kg	Da 0,1 kg a inferiore di 1 kg	Da 1 kg a inferiore di 10 kg	Da 10 kg a inferiore di 100 kg	Maggiore o uguale di 100 kg
A. Stato solido	1. Bassa	1. Bassa	1. Bassa	2. Moderata	2. Moderata
B. Nebbia	1. Bassa	1. Bassa	1. Bassa	2. Moderata	2. Moderata
C. Liquido a bassa volatilità	1. Bassa	2. Moderata	3. Rilevante	3. Rilevante	4. Alta
D. Polvere fine	1. Bassa	3. Rilevante	3. Rilevante	4. Alta	4. Alta
E. Liquido a media volatilità	1. Bassa	3. Rilevante	3. Rilevante	4. Alta	4. Alta
F. Liquido ad alta volatilità	1. Bassa	3. Rilevante	3. Rilevante	4. Alta	4. Alta
G. Stato gassoso	2. Moderata	3. Rilevante	4. Alta	4. Alta	4. Alta

### Matrice di presenza effettiva

La seconda matrice è una funzione dell'indicatore precedentemente determinato, "*Presenza potenziale*", e della variabile "*Tipologia d'uso*" dei prodotti chimici impiegati e restituisce un indicatore (crescente) della presenza effettiva di agenti chimici aerodispersi su tre livelli.

1. Bassa
2. Media
3. Alta

I valori della variabile "*Tipologia d'uso*" sono ordinati in maniera decrescente relativamente alla possibilità di dispersione in aria di agenti chimici durante la lavorazione.

#### Matrice di presenza effettiva

Tipologia d'uso	A.	B.	C.	D.
Livello di Presenza potenziale	Sistema chiuso	Inclusione in matrice	Uso controllato	Uso dispersivo
1. Bassa	1. Bassa	1. Bassa	1. Bassa	2. Media
2. Moderata	1. Bassa	2. Media	2. Media	3. Alta
3. Rilevante	1. Bassa	2. Media	3. Alta	3. Alta
4. Alta	2. Media	3. Alta	3. Alta	3. Alta

### Matrice di presenza controllata

La terza matrice è una funzione dell'indicatore precedentemente determinato, "*Presenza effettiva*", e della variabile "*Tipologia di controllo*" dei prodotti chimici impiegati e restituisce un indicatore (crescente) su tre livelli della presenza controllata, ovvero, della presenza di agenti chimici aerodispersi a valle del processo di controllo della lavorazione.

1. Bassa
2. Media
3. Alta

I valori della variabile "*Tipologia di controllo*" sono ordinati in maniera decrescente relativamente alla possibilità di dispersione in aria di agenti chimici durante la lavorazione.

#### Matrice di presenza controllata

Tipologia di controllo		A.	B.	C.	D.	E.
Livello di Presenza effettiva		Contenimento completo	Aspirazione localizzata	Segregazione Separazione	Ventilazione generale	Manipolazione diretta
1.	Bassa	1. Bassa	1. Bassa	1. Bassa	2. Media	2. Media
2.	Media	1. Bassa	2. Media	2. Media	3. Alta	3. Alta
3.	Alta	1. Bassa	2. Media	3. Alta	3. Alta	3. Alta

#### Matrice di esposizione potenziale

La quarta e ultima matrice è una funzione dell'indicatore precedentemente determinato, "*Presenza controllata*", e della variabile "*Tempo di esposizione*" ai prodotti chimici impiegati e restituisce un indicatore (crescente) su quattro livelli della esposizione potenziale dei lavoratori, ovvero, di intensità di esposizione indipendente dalla distanza dalla sorgente di rischio chimico.

1. Bassa
2. Moderata
3. Rilevante
4. Alta

La variabile "*Tempo di esposizione*" è una stima della massima esposizione temporale del lavoratore alla sorgente di rischio su base giornaliera, indipendentemente dalla frequenza d'uso del prodotto su basi temporali più ampie.

#### Matrice di esposizione potenziale

Tempo d'esposizione		A.	B.	C.	D.	E.
Livello di Presenza controllata		Inferiore a 15 min	Da 15 min a inferiore a 2 ore	Da 2 ore a inferiore di 4 ore	Da 4 ore a inferiore a 6 ore	Maggiore o uguale a 6 ore
1.	Bassa	1. Bassa	1. Bassa	2. Moderata	2. Moderata	3. Rilevante
2.	Media	1. Bassa	2. Moderata	3. Rilevante	3. Rilevante	4. Alta
3.	Alta	2. Moderata	3. Rilevante	4. Alta	4. Alta	4. Alta

#### Esposizione per via inalatoria ( $E_{in,lav}$ ) da attività lavorativa

L'indice di Esposizione per via inalatoria di un agente chimico derivante da un'attività lavorativa ( $E_{in,lav}$ ) è una funzione di tre variabili, risolta mediante un sistema a matrici di progressive. L'indice risultante può assumere valori compresi tra 1 e 10, a seconda del livello di esposizione determinato mediante la matrice predetta.

Livello di esposizione		Esposizione ( $E_{in,lav}$ )
A.	Basso	1
B.	Moderato	3
C.	Rilevante	7
D.	Alto	10

Il sistema di matrici adottato è una versione modificata del sistema precedentemente analizzato al fine di tener conto della peculiarità dell'esposizione ad agenti chimici durante le lavorazioni e i dati di ingresso sono le seguenti tre variabili:

- Quantitativi presenti
- Tipologia di controllo
- Tempo d'esposizione

#### Matrice di presenza controllata

La matrice di presenza controllata tiene conto della variabile "*Quantitativi presenti*" dei prodotti chimici e impiegati e della variabile "*Tipologia di controllo*" degli stessi e restituisce un indicatore (crescente) della presenza effettiva di agenti chimici aerodispersi su tre livelli.

1. Bassa
2. Media
3. Alta

#### Matrice di presenza controllata

Tipologia di controllo		A.	B.	C.	D.
Quantitativi presenti		Contenimento completo	Aspirazione controllata	Segregazione Separazione	Ventilazione generale

1.	Inferiore a 10 kg	1. Bassa	1. Bassa	1. Bassa	2. Media
2.	Da 10 kg a inferiore a 100 kg	1. Bassa	2. Media	2. Media	3. Alta
3.	Maggiore o uguale a 100 kg	1. Bassa	2. Media	3. Alta	3. Alta

### Matrice di esposizione inalatoria

La matrice di esposizione è una funzione dell'indicatore precedentemente determinato, "*Presenza controllata*", e della variabile "*Tempo di esposizione*" ai fumi prodotti dalla lavorazione e restituisce un indicatore (crescente) su quattro livelli della esposizione per inalazione.

1. Bassa
2. Moderata
3. Rilevante
4. Alta

La variabile "*Tempo di esposizione*" è una stima della massima esposizione temporale del lavoratore alla sorgente di rischio su base giornaliera.

#### Matrice di esposizione inalatoria

Tempo d'esposizione		A.	B.	C.	D.	E.
Livello di Presenza controllata		Inferiore a 15 min	Da 15 min a inferiore a 2 ore	Da 2 ore a inferiore di 4 ore	Da 4 ore a inferiore a 6 ore	Maggiore o uguale a 6 ore
1.	Bassa	1. Bassa	1. Bassa	2. Moderata	2. Moderata	3. Rilevante
2.	Media	1. Bassa	2. Moderata	3. Rilevante	3. Rilevante	4. Alta
3.	Alta	2. Moderata	3. Rilevante	4. Alta	4. Alta	4. Alta

### Esposizione per via cutanea ( $E_{cu}$ )

L'indice di Esposizione per via cutanea di un agente chimico ( $E_{cu}$ ) è una funzione di due variabili, "*Tipologia d'uso*" e "*Livello di contatto*", ed è determinato mediante la seguente matrice di esposizione.

#### Matrice di esposizione cutanea

Livello di contatto		A.	B.	C.	D.
Tipologia d'uso		Nessun contatto	Contatto accidentale	Contatto discontinuo	Contatto esteso
1.	Sistema chiuso	1. Bassa	1. Bassa	2. Moderata	3. Rilevante
2.	Inclusione in matrice	1. Bassa	2. Moderata	2. Moderata	3. Rilevante
3.	Uso controllato	1. Bassa	2. Moderata	3. Rilevante	4. Alta
3.	Uso dispersivo	1. Bassa	3. Rilevante	3. Rilevante	4. Alta

L'indice risultante può assumere valori compresi tra 1 e 10, a seconda del livello di esposizione determinato mediante la matrice predetta.

Livello di esposizione		Esposizione cutanea ( $E_{cu}$ )
A.	Basso	1
B.	Moderato	3
C.	Rilevante	7
D.	Alto	10

## ESITO DELLA VALUTAZIONE RISCHIO CHIMICO

Di seguito è riportato l'elenco delle mansioni addette ad attività lavorative che espongono ad agenti chimici e il relativo esito della valutazione del rischio.

#### Lavoratori e Macchine

Mansione	ESITO DELLA VALUTAZIONE
1) Carpentiere	Rischio sicuramente: "Irrilevante per la salute".

## SCHEDE DI VALUTAZIONE RISCHIO CHIMICO

Le seguenti schede di valutazione del rischio chimico riportano l'esito della valutazione eseguita per singola attività lavorativa con l'individuazione delle mansioni addette, delle sorgenti di rischio e la relativa fascia di esposizione.

Le eventuali disposizioni relative alla sorveglianza sanitaria, all'informazione e formazione, all'utilizzo di dispositivi di protezione individuale e alle misure tecniche e organizzative sono riportate nel documento della sicurezza di cui il presente è un allegato.

**Tabella di correlazione Mansioni - Scheda di valutazione**

Mansione	Scheda di valutazione
Carpentiere	SCHEDA N.1

### **SCHEDA N.1**

Rischi per la salute dei lavoratori per impiego di agenti chimici in ogni tipo di procedimento, compresi la produzione, la manipolazione, l'immagazzinamento, il trasporto o l'eliminazione e il trattamento dei rifiuti, o che risultino da tale attività lavorativa.

Sorgente di rischio					
Pericolosità della sorgente	Esposizione inalatoria	Rischio inalatorio	Esposizione cutanea	Rischio cutaneo	Rischio chimico
[Pchim]	[Echim,in]	[Rchim,in]	[Echim,cu]	[Rchim,cu]	[Rchim]
<b>1) Sostanza utilizzata</b>					
1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.24
<b>Fascia di appartenenza:</b> Rischio sicuramente: "Irrilevante per la salute".					
<b>Mansioni:</b> Carpentiere.					

### **Dettaglio delle sorgenti di rischio:**

#### **1) Sostanza utilizzata**

##### **Pericolosità (P<sub>chim</sub>):**

---. Sostanze e preparati non classificati pericolosi e non contenenti nessuna sostanza pericolosa = 1.00.

##### **Esposizione per via inalatoria (E<sub>chim,in</sub>):**

- Proprietà chimico fisiche: Polvere fine;
- Quantitativi presenti: Da 1 Kg a inferiore di 10 Kg;
- Tipologia d'uso: Uso controllato;
- Tipologia di controllo: Ventilazione generale;
- Tempo d'esposizione: Inferiore di 15 min;
- Distanza dalla sorgente: Inferiore ad 1 m.

##### **Esposizione per via cutanea (E<sub>chim,cu</sub>):**

- Livello di contatto: Contatto accidentale;
- Tipologia d'uso: Uso controllato.

# ANALISI E VALUTAZIONE RADIAZIONI OTTICHE NATURALI

La valutazione del rischio specifico è stata effettuata ai sensi della normativa italiana succitata e in particolare si è tenuto conto della pubblicazione della "Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti":

- **ICNIRP 14/2007** relativo alla protezione dei lavoratori dalle radiazioni ultraviolette.

## Premessa

In merito agli aspetti legislativi relativi alla protezione dei lavoratori outdoor nei confronti della radiazione solare dobbiamo sottolineare che pur essendo la "radiazione solare" classificata dalla IARC nel gruppo 1 di cancerogenesi (sufficiente evidenza di cancerogenicità per l'uomo) e pur costituendo un fattore di rischio per tutte le attività outdoor, essa non è stata inserita nell'elenco degli Agenti cancerogeni e mutageni del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81.

Tuttavia, va comunque sottolineato che l'art. 181, comma 1 del succitato decreto specifica che la valutazione del rischio di tutti gli agenti fisici deve essere tale da "*identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione*" facendo "*particolare riferimento alle norme di buona tecnica e alle buone prassi*". Posto che il datore di lavoro deve sempre considerare l'effetto del rischio sulla salute dei lavoratori tenendo conto dell'evoluzione tecnica in materia di prevenzione e sicurezza sul lavoro, e dato che le buone prassi sono per definizione documenti di natura applicativa sviluppati in coerenza con le norme tecniche, è consigliabile utilizzarle come riferimenti primari ogni qualvolta ve ne sia disponibilità.

Pertanto, ai fini della valutazione e prevenzione del rischio lavorativo di esposizione a radiazione solare nelle lavorazioni all'aperto è possibile far riferimento al documento ICNIRP 14/2007 "Protecting Workers from Ultraviolet Radiation", sulla base di tale documento è possibile effettuare valutazioni quantitative di rischio per esposizione cutanea ed oculare ed adottare le appropriate misure di tutela.

## Valutazione del rischio

La Radiazione Ultravioletta (RUV) appartiene al sottoinsieme delle Radiazioni Elettromagnetiche Non Ionizzanti (NIR, Non Ionizing Radiation) e occupa la regione spettrale da 100 a 400 nanometri (nm) a cui corrispondono energie dei fotoni comprese fra 12,4 e 3,1 (eV) rispettivamente.

Detta regione spettrale è stata ulteriormente suddivisa dalla Commissione Internazionale de l'Eclairage (CIE) in tre bande contigue, denominate:

- UV-A (400÷315 nm, 3,1÷4 eV),
- UV-B (315÷280 nm, 4÷4,4 eV)
- UV-C (280÷100 nm, 4,4÷12 eV)

Nella letteratura medica, soprattutto, si riscontrano anche limiti di banda differenti da quelli stabiliti dalla CIE. Alle volte la regione UV-B si estende da 280 a 320 nm e la regione UV-A è ulteriormente suddivisa in UV-A2 (320÷340 nm) e UV-A1 (340÷400 nm).

L'occhio e la pelle sono i due "bersagli critici" nell'esposizione alla radiazione Ultravioletta. La qualità degli effetti, la loro gravità, o la probabilità che alcuni di essi si verificano dipendono dalla esposizione radiante, dalla lunghezza d'onda della radiazione e, per quanto riguarda alcuni effetti sulla pelle, dalla fotosensibilità individuale che è una caratteristica geneticamente determinata.

Considerati dal punto di vista del loro decorso temporale gli effetti prodotti sull'occhio e sulla pelle possono essere suddivisi in:

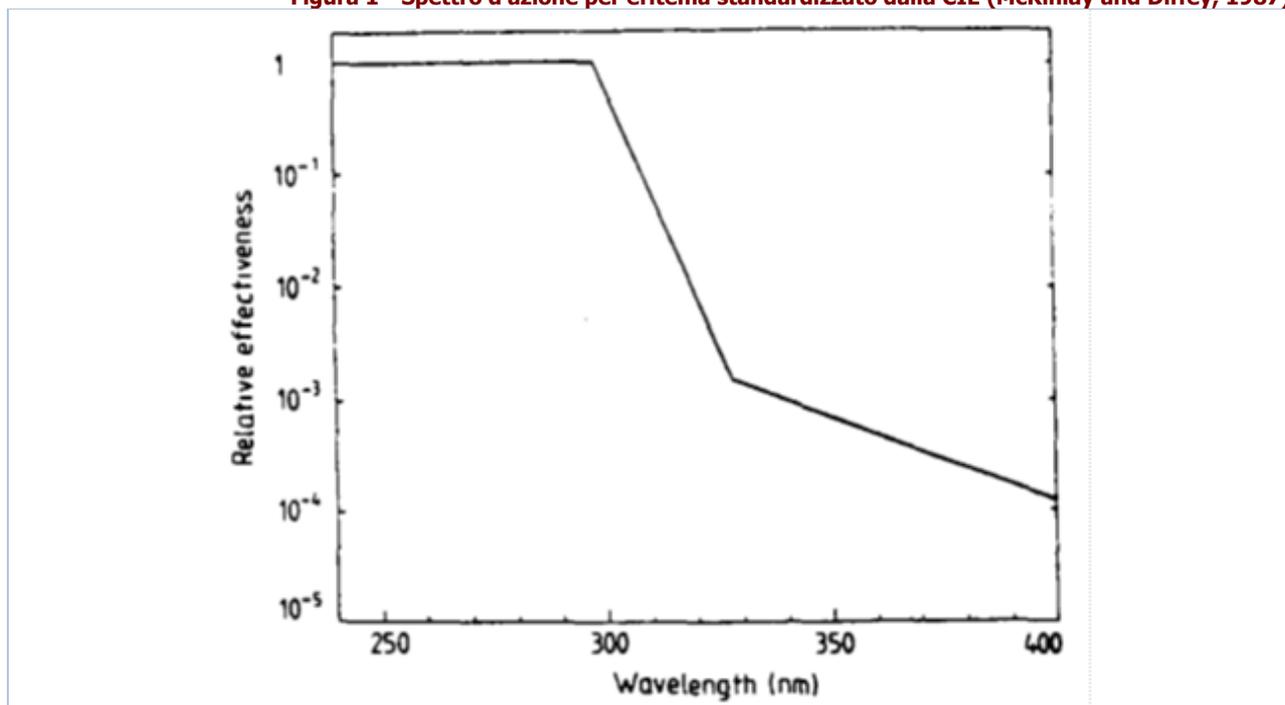
- a) effetti a breve termine o da esposizione acuta con tempi di latenza dell'ordine di ore, giorni;
- b) effetti a lungo termine o da esposizione cronica con tempi di latenza di mesi, anni. In generale per ciascun effetto acuto è possibile stabilire "la dose soglia" al di sotto della quale l'effetto non si verifica. La maggior parte degli effetti a lungo termine hanno natura diversa dagli effetti acuti e la loro probabilità (carcinoma cutaneo) o la loro gravità (fotoinvecchiamento della pelle) è tanto maggiore quanto più è elevata la dose accumulata dall'individuo.

## Parametri di valutazione del rischio e valori limite

La quantità utilizzata ai fini protezionistici per quantificare il rischio di insorgenza di danno per patologie fotoindotte della pelle è l'Esposizione radiante efficace o Dose efficace,  $H_{\text{eff}}$ , ottenuta dall'integrale dell'irradianza spettrale ponderata con uno spettro d'azione relativo al rischio di induzione dell'eritema.

Lo spettro di azione per induzione di eritema è stato standardizzato dalla CIE (Commission International d'Eclairage), e viene correntemente impiegato anche come curva di ponderazione per altre patologie della pelle fotoindotte, quali i tumori cutanei.

**Figura 1 - Spettro d'azione per eritema standardizzato dalla CIE (McKinlay and Diffey, 1987)**



La "Dose Minima per l'Eritema" (MED) viene impiegata per descrivere le potenzialità della radiazione UV nell'indurre la formazione dell'eritema e 1 MED viene definita come la dose di UV efficace in grado di provocare un arrossamento percettibile della pelle umana non precedentemente esposta al sole. Comunque, poiché le persone non sono ugualmente sensibili alla radiazione UV a causa delle differenti capacità di autodifesa della pelle (pigmentazione), 1 MED varia fra le popolazioni europee in un intervallo compreso fra 200 e 500 ( J/m<sup>2</sup>). Nella tabella 1 è possibile consultare i valori di MED per differenti tipi di pelle secondo le norme DIN-5050.

**Tabella 1 - Valori di MED per differenti tipi di pelle secondo le norme DIN-5050**

Tipo di cute	Si abbronzava	Si scotta	Capelli	Occhi	1MED
I	mai	sempre	rossi	blue	200 J/m <sup>2</sup>
II	talvolta	talvolta	biondi	blue/verdi	250 J/m <sup>2</sup>
III	sempre	raramente	castani	marroni	350 J/m <sup>2</sup>
IV	sempre	mai	neri	marroni	450 J/m <sup>2</sup>

La dose minima H<sub>eff</sub> per induzione di eritema dipende dal fototipo del soggetto esposto. Per soggetti caucasici debolmente pigmentati tale dose è nell'intervallo 60-300 J<sub>eff</sub>/m<sup>2</sup>.

L'Indice UV è un indice che basandosi sulla posizione del sole, sulla nuvolosità prevista, sull'altitudine, sui dati dell'ozono, predice l'intensità della radiazione ultravioletta solare giornalmente. La scala dell'indice UV va da un minimo di 1 ad un massimo di 12, più l'indice è alto, più forte è l'intensità degli UV. In Tabella 2 si riportano i pittogrammi adottati dalla OMS ai fini dei crescenti livelli di rischio associati all'UV index. Esso è espresso numericamente dal prodotto dell'irradianza efficace (W/m<sup>2</sup>) per 40. Es. : un'irradianza efficace di 0.1 W/m<sup>2</sup> corrisponde ad un UV index di 4.

**Tabella 2 - Scala dell'indice UV (pittogrammi e raccomandazioni)**

Pittogramma	Intensità della radiazione	Protezione
	<b>debole</b>	Non è necessario proteggersi.
	<b>moderata</b>	Protegersi con cappello, maglietta, occhiali da sole, crema solare.
	<b>elevata</b>	Protegersi con cappello, maglietta, occhiali da sole, crema solare.
	<b>molto elevata</b>	Intensificare la protezione: evitare, se possibile, di restare all'aperto.
	<b>estrema</b>	Intensificare la protezione: evitare, se possibile, di restare all'aperto.

Originariamente l'indice UV è stato definito in modi diversi nei vari paesi ed è stato utilizzato per informare la popolazione sui rischi legati alla radiazione UV. In seguito la sua definizione è stata standardizzata e pubblicata dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO), dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO), dal Programma Ambiente delle Nazioni Unite (UNEP) e dalla Commissione Internazionale sulle Radiazioni Non-Ionizzanti (ICNIRP). L'Indice UV è raccomandato come mezzo per la diffusione

al pubblico dei rischi alla salute derivanti dalla esposizione alla radiazione UV ed al fine di informare la popolazione sulle misure di protezione da adottare. Se la nuvolosità ed altre rilevanti variabili ambientali sono tenute in considerazione nel calcolo dell'Indice UV, i fattori di correzione che sono usati nel calcolo dovrebbero essere stabiliti.

## Valutazione quantitativa del Rischio (ICNIRP 14/2007)

La valutazione del rischio derivante dalle radiazioni ultraviolette solari per esposizione cutanea e oculare è basata sul rapporto ICNIRP 14/2007 ed in particolare alle Tabelle 9 "Hazard assessment factors for skin exposure" e 10 "Hazard assessment factors for ocular exposure" del paragrafo 8.7 "Hazard Evaluation and Risk Assessment for Outdoor Workers".

Nello specifico il metodo è una stima quantitativa basata sulla definizione di sei fattori che influenzano l'esposizione a radiazioni UV solari per lavori all'aperto.

### Latitudine geografica, $f_1$

Stagione	Latitudine geografica		
	> 50° N o S	30° - 50° N o S	< 30° N o S
Primavera / Estate	4.0	7.0	9.0
Autunno / Inverno	0.3	1.5	5.0

### Copertura nuvolosa, $f_2$

Copertura nuvolosa	$f_{2,cute}$	$f_{2,occhi}$
Cielo sereno	1.0	1.0
Cielo parzialmente nuvoloso	0.7	1.5
Cielo coperto	0.2	0.8

### Durata dell'esposizione, $f_3$

Durata dell'esposizione	$f_{3,cute}$	$f_{3,occhi}$
Tutto il giorno	1.0	1.0
Una o due ore intorno a mezzogiorno	0.5	0.3
Quattro o cinque ore intorno a mezzogiorno	0.5	0.5
Mattina presto o tardo pomeriggio	0.2	0.2

### Riflettanza del suolo, $f_4$

Riflettanza del suolo	$f_{4,cute}$	$f_{4,occhi}$
Neve fresca	1.8	1.0
Sabbia asciutta, superfici marine, cemento	1.2	0.1
Tutte le superfici, inclusi specchi d'acqua	1.0	0.02

### Vestiaro, $f_{5,cute}$

Vestiaro	$f_{5,cute}$	$f_{5,occhi}$
Pantaloncini (tronco, spalle e gambe scoperte)	1.0	---
Pantaloncini e T-shirt (tronco coperto, braccia e gambe scoperte)	0.5	---
Pantalone e maglia maniche lunghe (solo mani e viso scoperti)	0.02	---

### Occhiali e copricapo, $f_{5,occhio}$

Occhiali e copricapo	$f_{5,cute}$	$f_{5,occhi}$
Nessuno	---	1.0
Occhiali da sole senza cappello	---	0.5
Occhiali chiari senza cappello a falde	---	0.2
Occhiali avvolgenti chiari o da sole con cappello a falde	---	0.02

### Ombra/Ostacoli, $f_6$

Ombra / Ostacoli	$f_{6,cute}$	$f_{6,occhi}$
Nessuna/Nessuno (es.: campi aperti, spiaggia, mare aperto)	1.0	1.0
Parziale/Parziali (es.: periferie urbane, alberi radi, colline, ecc.)	0.3	0.3
Presente/Presenti (es.: centri urbani, boschi, tettoie, ecc.)	0.02	0.02

Una volta assegnati i suddetti fattori alle situazioni lavorative in oggetto dovranno essere moltiplicati fra di loro per determinare il

Fattore di Esposizione e confrontati con le relative tabelle per la determinazione delle misure di protezione necessarie.

### Fattore di Esposizione Cutaneo

$$\text{Fattore di Esposizione Cutaneo} = f_1 \times f_{2,\text{cute}} \times f_{3,\text{cute}} \times f_{4,\text{cute}} \times f_{5,\text{cute}} \times f_{6,\text{cute}} \quad (1)$$

#### Misure di protezione del corpo

Fattore di Esposizione Cutaneo	Protezioni necessarie
<b>inferiore 1.0</b>	Rischio BASSO. Non necessarie.
<b>compreso tra 1.0 e 3.0</b>	Rischio MODERATO. Indossare T-shirt e cappello a falde.
<b>maggiore di 3.0 e fino a 5.0</b>	Rischio MEDIO. Indossare maglie a maniche lunghe, pantaloni, cappello a falde e utilizzare una crema di protezione solare adatta.
<b>maggiore di 5.0</b>	Rischio ALTO. Modificare le procedure e/o l'ambiente di lavoro (introdurre delle zone di ombra). Indossare maglie a maniche lunghe, pantaloni, cappello a falde e utilizzare una crema di protezione solare adatta.

### Fattore di Esposizione Oculare

$$\text{Fattore di Esposizione Oculare} = f_1 \times f_{2,\text{occhi}} \times f_{3,\text{occhi}} \times f_{4,\text{occhi}} \times f_{5,\text{occhi}} \times f_{6,\text{occhi}} \quad (2)$$

#### Misure di protezione degli occhi

Fattore di Esposizione Oculare	Protezioni necessarie
<b>inferiore 1.0</b>	Rischio BASSO. Non necessarie
<b>compreso tra 1.0 e 3.0</b>	Rischio MODERATO. Indossare cappello a falde.
<b>maggiore di 3.0 e fino a 5.0</b>	Rischio MEDIO. Indossare cappello a falde e occhiali chiari o da sole.
<b>maggiore di 5.0</b>	Rischio ALTO. Indossare cappello a falde e occhiali da sole avvolgenti.

### Fattori individuali

Nell'attuare le misure di tutela va tenuto sempre conto che il rischio da radiazione UV è strettamente collegato, oltre che all'esposizione, anche ai fattori individuali, per cui l'attuazione delle misure di tutela conseguenti la valutazione dell'esposizione va effettuata lavoratore per lavoratore in relazione anche ai dati personali (fototipo, farmaci, patologie), e lavorativi (presenza di agenti fotosensibilizzanti) in stretta collaborazione con il medico competente.

### Fototipo

Il fototipo ci indica come la pelle reagisce all'esposizione al sole. In base al colore della pelle, dei capelli, alla comparsa di eritemi e all'attitudine ad abbronzarsi.

Possiamo distinguere i 6 differenti tipi di pelle (fototipi) riportati in tabella. Per semplicità, possiamo assimilare il fototipo 1 (quasi albino) al 2 (pelle molto chiara) ed il fototipo 5 (pelle olivastria) al 6 (pelle nera). Più basso è il fototipo maggiori saranno le probabilità di scottarsi e maggiore sarà il rischio di danno da esposizione solare, in particolare quello relativo alla comparsa di tumori cutanei.

Essendo il fototipo espressione delle caratteristiche costituzionali dell'individuo in grado di condizionare la risposta alle radiazioni solari è fondamentale valutare preventivamente questo fattore in relazione all'attività outdoor che il lavoratore dovrà svolgere.

Fototipo	Descrizione	Comportamento al sole
Fototipo 1	Capelli rossi o biondi. Pelle lattea, spesso con efelidi.	Si scotta sempre. Non si abbronzano mai.
Fototipo 2	Capelli biondi o castano chiari. Pelle chiara.	In genere si scotta. Si abbronzano con difficoltà.
Fototipo 3	Capelli castani. Pelle chiara con minimo colorito.	Si scottano frequentemente. Abbronzatura chiara.
Fototipo 4	Capelli bruni o castano scuri. Pelle olivastra.	Si scottano raramente. Si abbronzano con facilità.
Fototipo 5	Capelli neri. Pelle olivastra.	Non si scottano quasi mai. Abbronzatura facile e molto scura.
Fototipo 6	Capelli neri. Pelle nera.	Non si scottano mai.

### Soggetti particolarmente sensibili al rischio

Di seguito sono elencati i soggetti particolarmente sensibili al rischio, per i quali si dovrà adottare cautele specifiche:

- Donne in gravidanza: per quanto disposto agli artt. 28 e 183 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 nonché all'art.11 del D.Lgs.151/01, in assenza di sicure informazioni reperibili nella letteratura scientifica, sarà cura del Medico Competente valutare l'eventuale adozione di cautele specifiche. Particolare attenzione va riservata alla possibile azione sinergica di condizioni microclimatiche e radiazione UV;
- Albini e individui di fototipo 1-2;
- I portatori di malattie del collagene (Sclerodermia e Lupus Eritematoso nelle sue varie forme, dermatomiosite, poliartrite nodosa, sindrome di Wegener, sindrome antifosfolipidi, ecc.) Tra le dermatosi esacerbate dalla luce è ben noto il comportamento del Lupus eritematoso discoide: il suo peggioramento consequenziale all'esposizione al sole è un fenomeno temibile, anche in funzione di un possibile viraggio verso la forma sistemica indotta dalla fotoesposizione;
- I soggetti in trattamento cronico o ciclico con farmaci fotosensibilizzanti (quali ad esempio: antibiotici come le tetracicline ed i fluorochinoloni; antinfiammatori non steroidei come l'ibuprofene ed il naprossene; diuretici come la furosemide; ipoglicemizzanti come la sulfonilurea; psoraleni; acido retinoico; acido aminolevulinico, neurolettici come le fenotiazine; antiaritmici come l'amiodarone) [Tabella 3];
- I soggetti affetti da alterazioni dell'iride (colobomi, aniridie) e della pupilla (midriasi, pupilla tonica);
- I soggetti portatori di drusen (corpi colloidali) per esposizioni a luce blu (nel caso di elevata luce visibile riflessa: lavorazioni outdoor a mare o su neve/ghiaccio/marmo);
- I lavoratori che abbiano lesioni cutanee maligne o pre-maligne;
- Lavoratori affetti da patologie cutanee fotoindotte o fotoaggravate, per esposizioni a radiazioni UV. Queste patologie comprendono quadri assai rari come lo xeroderma pigmentoso, accanto ad altri molto comuni come la dermatite polimorfa solare.

Ai fini della sorveglianza sanitaria devono essere cautelativamente considerati particolarmente sensibili al danno retinico di natura fotochimica i lavoratori che hanno subito un impianto IOL (Intra Ocular Lens; "cristallino artificiale"), in particolare per esposizioni outdoor con elevata luce visibile riflessa (cave marmo, lavorazioni su ghiaccio/neve, lavorazioni su superficie acqua).

**Tabella 3 - Agenti fotosensibilizzanti (ICNIRP 2007)**

AGENTI	INCIDENZA	TIPO DI REAZIONE	INTERVALLO DELLE LUNGHEZZE D'ONDA EFFICACI
<b>AGENTI FOTOSENSIBILIZZANTI DOPO SOMMINISTRAZIONE/CONTATTO LOCALE</b>			
Solfonammidi e prodotti chimici associati (schermi solari, sbiancanti ottici)	n.d.	fototossica e fotoallergica	290 - 320 nm
Disinfettanti (composti di salicilanilide in saponi e deodoranti)	n.d.	fototossica e fotoallergica	290 - 400 nm
Fenotiazine (creme, coloranti e insetticidi)	n.d.	fototossica e fotoallergica	320 nm - Visibile
Coloranti	n.d.	fototossica e fotoallergica	Visibile
Catrame di carbone e derivati (composti fenolici)	n.d.	fototossica	340 - 430 nm
Oli essenziali (profumi e acque di colonia)	n.d.	fototossica iperpigmentazione	290 - 380 nm
Composti furocumarinici (psoraleni)	n.d.	fototossica iperpigmentazione	290 - 400 nm
Solfuro di cadmio (tatuaggi)	n.d.	fototossica	380 - 445 nm

**Tabella 3 - Agenti fotosensibilizzanti (ICNIRP 2007)**

AGENTI	INCIDENZA	TIPO DI REAZIONE	INTERVALLO DELLE LUNGHEZZE D'ONDA EFFICACI
<b>AGENTI FOTOSENSIBILIZZANTI DOPO SOMMINISTRAZIONE ORALE O PARENTERALE</b>			
Amiodarone	ALTA	fototossica	300 - 400 nm
Diuretici a base di tiazide	MEDIA	fotoallergica	300 - 400 nm
Clorpromazina e fenotiazine associate	MEDIA	fototossica e fotoallergica	320 - 400 nm
Acido nalidixico	ALTA	fototossica	320 - 360 nm
Farmaci antinfiammatori non steroidei	BASSA	fototossica e fotoallergica	310 - 340 nm
Protriptilina	ALTA	fototossica	290 - 320 nm
Psoraleni	ALTA	fototossica	320 - 380 nm
Sulfamidici (batteriostatici e antidiabetici)	BASSA	fotoallergica	315 - 400 nm
Tetracicline (antibiotici)	MEDIA	fototossica	350 - 420 nm

## ESITO DELLA VALUTAZIONE

Di seguito è riportato l'elenco delle condizioni di lavoro che espongono i lavoratori a radiazioni ottiche naturali (radiazioni ultraviolette solari) e il relativo esito della valutazione del rischio.

### Condizioni di lavoro

Condizione di lavoro	ESITO DELLA VALUTAZIONE
1) Cantiere estivo (condizioni di caldo severo)	Rischio basso per la salute.

## SCHEDE DI VALUTAZIONE

Le schede di rischio che seguono riportano l'esito della valutazione eseguita.

**Tabella di correlazione Organizzazione del cantiere - Scheda di valutazione**

Organizzazione del cantiere	Scheda di valutazione
Cantiere estivo (condizioni di caldo severo)	SCHEDA N.1

### SCHEDA N.1

Rischi per la salute dei lavoratori per esposizione a radiazioni ottiche naturali (radiazioni ultraviolette solari).

Sede della esposizione	Situazione lavorativa						
	Latitudine	Copertura nuvolosa	Durata esposizione	Riflettanza del suolo	Vestituario / Occhiali	Ombra / Ostacoli	Fattore esposizione
	[F <sub>1</sub> ]	[F <sub>2</sub> ]	[F <sub>3</sub> ]	[F <sub>4</sub> ]	[F <sub>5</sub> ]	[F <sub>6</sub> ]	[FE]
<b>1) Attività all'aperto</b>							
CUTE	7.00	1.00	0.20	1.00	0.50	1.00	0.70
OCCHI	7.00	1.00	0.20	0.02	1.00	1.00	0.03

Situazione lavorativa							
Sede della esposizione	Latitudine	Copertura nuvolosa	Durata esposizione	Riflettanza del suolo	Vestuario / Occhiali	Ombra / Ostacoli	Fattore esposizione
	[F1]	[F2]	[F3]	[F4]	[F5]	[F6]	[FE]
<p><b>Fascia di appartenenza:</b> Rischio basso per la salute.</p> <p><b>Organizzazione del cantiere:</b> Cantiere estivo (condizioni di caldo severo).</p>							

# ANALISI E VALUTAZIONE MICROCLIMA CALDO SEVERO

La valutazione del rischio specifico è stata effettuata ai sensi della normativa italiana succitata e in particolare, per il calcolo della sollecitazione termica prevedibile, si è tenuto conto della specifica normativa tecnica di riferimento:

- **UNI EN ISO 7933:2005**, "Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile".

## Premessa

Il presente metodo di calcolo della sollecitazione termica prevedibile "Metodo PHS (Predicted Heat Strain)" è basato sulla UNI EN ISO 7933:2005, che specifica un metodo per la valutazione analitica e per l'interpretazione dello stress termico cui è soggetta una persona in un ambiente caldo.

In particolare il metodo consente di prevedere la quantità di sudore e la temperatura interna del nucleo che caratterizzeranno il corpo umano in risposta alle condizioni di lavoro. In questo modo è possibile determinare quale grandezza o quale gruppo di grandezze possono essere modificate, e in che misura, al fine di ridurre il rischio di sollecitazioni fisiologiche.

I principali obiettivi della norma sono:

- la valutazione dello stress termico in condizioni prossime a quelle che portano ad un aumento eccessivo della temperatura del nucleo o ad una eccessiva perdita di acqua per il soggetto di riferimento;
- la determinazione dei "tempi massimi ammissibili di esposizione" per i quali la sollecitazione fisiologica è accettabile (non sono prevedibili danni fisici).

La metodologia non prevede la risposta fisiologica di singoli soggetti, ma prende in considerazione solo soggetti di riferimento, di massa corporea pari a 75 kg e altezza pari a 1,80 m, in buona salute e adatti al lavoro che svolgono.

## Principi del metodo di valutazione

Il metodo di valutazione ed interpretazione calcola il bilancio termico sul corpo a partire da:

- le grandezze tipiche dell'ambiente termico, valutate o misurate secondo la ISO 7726:
  - temperatura dell'aria,  $t_a$ ;
  - temperatura media radiante,  $t_r$ ;
  - pressione parziale del vapore,  $p_a$ ;
  - velocità dell'aria,  $v_a$ .
- le grandezze medie dei soggetti esposti alla situazione lavorativa in esame:
  - metabolismo energetico,  $M$ , valutato in base alla ISO 8996;
  - caratteristiche termiche dell'abbigliamento valutate in base alla ISO 9920.

## Equazione generale di bilancio termico

L'equazione di bilancio termico sul corpo è la seguente:

$$M - W = C_{res} + E_{res} + K + C + R + E + S \quad (1)$$

Questa equazione esprime il fatto che la produzione di energia termica all'interno del corpo, che corrisponde alla differenza tra il metabolismo energetico ( $M$ ) e la potenza meccanica efficace ( $W$ ), è bilanciata dagli scambi termici nel tratto respiratorio per convezione ( $C_{res}$ ) ed evaporazione ( $E_{res}$ ), dallo scambio alla pelle per conduzione ( $K$ ), convezione ( $C$ ), irraggiamento ( $R$ ) ed evaporazione ( $E$ ), e da un eventuale accumulo di energia ( $S$ ) nel corpo.

Di seguito sono esplicitate le grandezze che compaiono nell'equazione (1) in termini di principi di calcolo.

## Metabolismo energetico, $M$

La metodologia per la valutazione o la misura del metabolismo energetico è quella definita nella ISO 8996:2004. Di seguito sono riportate le indicazioni per la sua valutazione come definito dell'appendice C alla norma UNI EN ISO 7933:2005.

Nello specifico sono riportati tre prospetti C.1, C.2 e C.3 che descrivono tre diversi metodi (dal più semplice al più preciso) per valutare il metabolismo energetico per diverse attività.

## Potenza meccanica efficace, $W$

Nella maggior parte delle situazioni è piccola e può essere trascurata.

## Flusso termico convettivo respiratorio, $C_{res}$

Il flusso termico convettivo respiratorio può essere espresso, in linea di principio, dalla relazione:

$$C_{res} = 0,072 \cdot c_p \cdot V \cdot \frac{t_{ex} - t_a}{A_{Du}} \quad (2)$$

dove  $C_p$  è il calore specifico a pressione costante dell'aria secca [joule per kilogrammi di aria secca kelvin],  $V$  è la ventilazione polmonare [litri al minuto],  $t_{ex}$  è la temperatura dell'aria espirata [gradi celsius],  $t_a$  è la temperatura dell'aria [gradi celsius] e  $A_{Du}$  è l'area della superficie corporea secondo Du Bois [metro quadrato].

### Flusso termico evaporativo respiratorio, $E_{res}$

Il flusso termico evaporativo respiratorio può essere espresso, in linea di principio, con la relazione:

$$E_{res} = 0,072 \cdot c_e \cdot V \cdot \frac{W_{ex} - W_a}{A_{Du}} \quad (3)$$

dove  $C_e$  è il calore latente di vaporizzazione dell'acqua [joule per kilogrammo],  $V$  è la ventilazione polmonare [litri al minuto],  $W_{ex}$  è l'umidità specifica dell'aria espirata [kilogrammi di acqua per kilogrammo di aria secca],  $W_a$  è l'umidità specifica dell'aria [kilogrammi di acqua per kilogrammo di aria secca] e  $A_{Du}$  è l'area della superficie corporea secondo Du Bois [metro quadrato].

### Flusso termico conduttivo, $K$

Dal momento che la norma UNI EN ISO 7933:2005 si occupa del rischio di disidratazione e ipertermia dell'intero corpo, si può tenere conto del flusso termico conduttivo tra la superficie del corpo e gli oggetti solidi a contatto con essa inglobandolo negli scambi convettivo e radiativo che si avrebbero se questa superficie non fosse in contatto con alcun corpo solido. In tal modo, il flusso termico conduttivo non è preso direttamente in considerazione.

La ISO 13732-1:2006 si occupa in modo specifico dei rischi di dolore e di ustione quando parti del corpo umano sono a contatto con superfici calde.

### Flusso termico convettivo alla superficie della pelle, $C$

Il flusso termico convettivo alla superficie della pelle può essere espresso dalla relazione:

$$C = h_{cdyn} \cdot f_{cl} \cdot (t_{sk} - t_a) \quad (4)$$

dove  $h_{cdyn}$  è il coefficiente di scambio termico convettivo dinamico tra l'abbigliamento e l'aria esterna (tiene conto delle caratteristiche dell'abbigliamento, del movimento del soggetto e del movimento dell'aria) [watt per metro quadro kelvin],  $f_{cl}$  è il coefficiente di area dell'abbigliamento [adimensionale],  $t_{sk}$  è la temperatura della pelle [gradi celsius],  $t_a$  è la temperatura dell'aria [gradi celsius].

### Flusso termico radiativo alla superficie della pelle, $R$

Il flusso termico radiativo può essere espresso dalla relazione:

$$R = h_r \cdot f_{cl} \cdot (t_{sk} - t_r) \quad (5)$$

dove  $h_r$  è il coefficiente di scambio termico radiativo tra l'abbigliamento e l'aria esterna (tiene conto delle caratteristiche dell'abbigliamento, del movimento del soggetto e del movimento dell'aria) [watt per metro quadro kelvin],  $f_{cl}$  è il coefficiente di area dell'abbigliamento [adimensionale],  $t_{sk}$  è la temperatura della pelle [gradi celsius] e  $t_r$  è la temperatura media radiante [gradi celsius].

### Flusso termico evaporativo alla superficie della pelle, $E$

La potenza evaporativa massima alla superficie della pelle,  $E_{max}$ , è quella che si può raggiungere nel caso ipotetico in cui la pelle sia completamente bagnata. In queste condizioni:

$$E_{max} = \frac{p_{sk,s} - p_a}{R_{tdyn}} \quad (6)$$

dove  $R_{tdyn}$  è la resistenza evaporativa totale dinamica dell'abbigliamento e dello strato limite d'aria (tiene conto delle caratteristiche dell'abbigliamento, del movimento del soggetto e del movimento dell'aria) [metro quadrato kilopascal per watt],  $p_{sk,s}$  è la pressione di saturazione del vapore d'acqua alla temperatura della pelle [kilopascal] e  $p_a$  è la pressione parziale del vapore d'acqua [kilopascal].

Nel caso di pelle parzialmente bagnata, il flusso termico evaporativo,  $E$ , in watt per metro quadrato, è dato da:

$$E = w \cdot E_{\max} \quad (7)$$

dove  $w$  è la percentuale di pelle bagnata [adimensionale].

**Accumulo di energia termica dovuto all'aumento della temperatura del nucleo associato al metabolismo energetico,  $dS_{eq}$**

Anche negli ambienti termicamente neutri, la temperatura del nucleo aumenta fino ad un valore di regime stazionario  $t_{cr,eq}$  in funzione del metabolismo energetico relativo alla massima potenza aerobica dell'individuo.

La temperatura del nucleo raggiunge questo valore di regime stazionario variando esponenzialmente nel tempo. L'accumulo di energia associato con questo incremento,  $dS_{eq}$ , non contribuisce all'inizio della sudorazione e non deve quindi essere tenuto in conto nell'equazione di bilancio termico.

**Accumulo di energia termica,  $S$**

L'accumulo di energia termica del corpo è dato dalla somma algebrica dei flussi termici sopra definiti.

**Calcolo del flusso termico evaporativo richiesto, della frazione di pelle bagnata richiesta e della produzione oraria di sudore richiesta**

Tenendo conto dell'ipotesi fatta sul flusso termico conduttivo, l'equazione generale del bilancio termico (1) può essere scritta come:

$$E + S = M - W - C_{res} - E_{res} - C - R \quad (8)$$

Il flusso termico evaporativo richiesto [watt per metro quadro] è il flusso termico evaporativo necessario per mantenere l'equilibrio termico del corpo, e quindi, per avere un accumulo termico pari a zero. E' dato da:

$$E_{req} = M - W - C_{res} - E_{res} - C - R - dS_{eq} \quad (9)$$

La frazione di pelle bagnata richiesta,  $w_{req}$  [adimensionale] è data dal rapporto tra il flusso termico evaporativo richiesto e il massimo flusso termico evaporativo alla superficie della pelle:

$$w_{req} = \frac{E_{req}}{E_{\max}} \quad (10)$$

Il calcolo della produzione oraria di sudore richiesta,  $Sw_{req}$ , [watt per metro quadrato] è fatto sulla base del flusso termico evaporativo richiesto tenendo conto però della quantità di sudore che gocciola in conseguenza delle grandi differenze locali nelle frazioni di pelle bagnata. La produzione oraria di sudore richiesta è dato da:

$$Sw_{req} = \frac{E_{req}}{r_{req}} \quad (11)$$

La produzione oraria di sudore espressa in watt per metro quadrato rappresenta l'equivalente, in termini di energia termica, della produzione oraria di sudore espressa in grammi di sudore per metro quadrato di superficie e per ora.

$$1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} = 1,47 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \quad (12)$$

ovvero per un soggetto di riferimento con superficie corporea pari a  $1,80 \text{ m}^2$

$$1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} = 2,67 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1} \text{ (superficie corporea pari a } 1,80 \text{ m}^2) \quad (13)$$

## Interpretazione della sudorazione richiesta

Di seguito è descritto il metodo di interpretazione che porta alla determinazione della produzione di sudore prevista, della temperatura rettale prevista, del tempo massimo ammissibile di esposizione e dell'alternarsi di lavoro e riposo necessario per ottenere la produzione di sudore prevista.

Questa determinazione si basa su due criteri: il massimo aumento di temperatura del nucleo e la massima perdita di acqua. I valori massimi per questi criteri sono riportati nell'apposito paragrafo.

**Fondamenti del metodo di interpretazione**

L'interpretazione dei valori calcolati con il metodo analitico raccomandato si basa su due criteri di stress:

- la massima frazione di pelle bagnata:  $w_{max}$ ;
- la massima produzione oraria di sudore:  $SW_{max}$ ;

e su due criteri di sollecitazione:

- la massima temperatura rettale:  $t_{re,max}$ ;
- la massima perdita di acqua:  $D_{max}$ .

La produzione oraria di sudore richiesta,  $SW_{req}$ , non può superare la massima produzione oraria di sudore,  $SW_{max}$ , raggiungibile dal soggetto. La frazione di pelle bagnata richiesta,  $w_{req}$ , non può superare la massima percentuale di pelle bagnata,  $w_{max}$ , raggiungibile dal soggetto. Questi due valori massimi dipendono dall'acclimatazione del soggetto.

Nel caso in cui il bilancio termico non soddisfi le condizioni di equilibrio, l'aumento della temperatura rettale deve essere limitato ad un valore massimo,  $t_{re,max}$ , in modo da ridurre il più possibile la probabilità di effetti patologici.

Infine, a prescindere dal bilancio termico, la perdita di acqua dovrebbe essere limitata ad un valore,  $D_{max}$ , compatibile con il mantenimento dell'equilibrio idromineraie del corpo.

## Fondamenti del metodo di interpretazione

L'interpretazione dei valori calcolati con il metodo analitico raccomandato si basa su due criteri di stress:

- la massima frazione di pelle bagnata:  $w_{max}$ ;
- la massima produzione oraria di sudore:  $SW_{max}$ ;

e su due criteri di sollecitazione:

- la massima temperatura rettale:  $t_{re,max}$ ;
- la massima perdita di acqua:  $D_{max}$ .

La produzione oraria di sudore richiesta,  $SW_{req}$ , non può superare la massima produzione oraria di sudore,  $SW_{max}$ , raggiungibile dal soggetto. La frazione di pelle bagnata richiesta,  $w_{req}$ , non può superare la massima percentuale di pelle bagnata,  $w_{max}$ , raggiungibile dal soggetto. Questi due valori massimi dipendono dall'acclimatazione del soggetto.

Nel caso in cui il bilancio termico non soddisfi le condizioni di equilibrio, l'aumento della temperatura rettale deve essere limitato ad un valore massimo,  $t_{re,max}$ , in modo da ridurre il più possibile la probabilità di effetti patologici.

Infine, a prescindere dal bilancio termico, la perdita di acqua dovrebbe essere limitata ad un valore,  $D_{max}$ , compatibile con il mantenimento dell'equilibrio idromineraie del corpo.

## Determinazione del tempo di esposizione massimo ammissibile ( $D_{lim}$ )

Il tempo massimo ammissibile di esposizione,  $D_{lim}$ , si raggiunge quando la temperatura rettale o la perdita di acqua raggiungono il corrispondente valore massimo.

Nelle situazioni di lavoro in cui:

- o il massimo flusso termico evaporativo alla superficie della pelle,  $E_{max}$ , è negativo, il che comporta la condensazione di vapore d'acqua sulla pelle;
- o il tempo massimo ammissibile di esposizione è minore di 30 min, così che il fenomeno di innesco della sudorazione gioca un ruolo più importante nella stima della perdita evaporativa del soggetto, bisogna adottare particolari misure precauzionali e si rende particolarmente necessario un controllo fisiologico diretto ed individuale dei lavoratori.

## Criteri per valutare il tempo di esposizione accettabile in un ambiente di lavoro caldo

I criteri fisiologici usati per la determinazione del tempo massimo ammissibile a disposizione sono i seguenti:

- soggetti acclimatati e non acclimatati;
- massima percentuale di pelle bagnata,  $w_{max}$ ;
- massima produzione oraria di sudore,  $SW_{max}$ ;
- considerazione del 50% (soggetti "medi" o "mediani") e 95% della popolazione di lavoratori (rappresentativi dei soggetti più suscettibili);
- massima perdita di acqua,  $D_{max}$ ;
- massima temperatura rettale.

## Soggetti acclimatati e non acclimatati

I soggetti acclimatati sono capaci di sudare molto abbondantemente, molto uniformemente sulla superficie del loro corpo e prima dei soggetti non acclimatati. In una determinata situazione di lavoro ciò comporta un minore accumulo di energia termica (temperatura del nucleo più bassa) e un minore carico cardiovascolare (frequenza cardiaca più bassa). Inoltre, essi perdono meno sali nella sudorazione e quindi sono capaci di sopportare una maggiore perdita di acqua.

La distinzione tra acclimatati e non acclimatati è quindi essenziale. Riguarda  $w_{max}$ ,  $SW_{max}$ .

### Massima frazione di pelle bagnata, $w_{max}$

La massima frazione di pelle bagnata è considerata pari a 0,85 per soggetti non acclimatati e a 1,0 per soggetti acclimatati.

### Massima produzione oraria di sudore, $SW_{max}$

La massima produzione oraria di sudore può essere valutata usando le seguenti espressioni:

$$Sw_{max} = 2,6 (M - 32) \times ADu \quad [g \cdot h^{-1}] \quad \text{nell'intervallo da } 650 g \cdot h^{-1} \text{ a } 1\,000 g \cdot h^{-1}$$

oppure

$$Sw_{max} = (M - 32) \times ADu \quad [W \cdot m^{-2}] \quad \text{nell'intervallo da } 250 W \cdot m^{-2} \text{ a } 400 W \cdot m^{-2}$$

Nei soggetti acclimatati, la massima produzione oraria di sudore è mediamente maggiore del 25% rispetto a quella nei soggetti non acclimatati.

### Massima disidratazione e acqua persa

Una disidratazione del 3% comporta un aumento della frequenza cardiaca e una sensibile diminuzione della capacità di sudorazione, per cui è stata assunta come la massima disidratazione in ambienti industriali (non è valida per gli sportivi e i militari).

Per l'esposizione che va dalle 4 h alle 8 h, si è osservato mediamente un tasso di reidratazione del 60%, a prescindere dalla quantità totale di sudore prodotta, maggiore del 40% nel 95% dei casi.

Sulla base di questi dati, la quantità massima di acqua persa è fissata pari a:

- 7,5% della massa corporea per un soggetto medio ( $D_{max50}$ ), oppure
- 5% della massa corporea per il 95% della popolazione di lavoratori ( $D_{max95}$ )

Quindi, quando il soggetto può bere liberamente, il tempo massimo ammissibile di esposizione può essere calcolato per un soggetto medio sulla base di una perdita massima di acqua pari al 7,5% della massa corporea e sulla base del 5% della massa corporea per proteggere il 95% della popolazione di lavoratori.

Se il soggetto non beve, la quantità totale di acqua persa dovrebbe essere limitata al 3%.

### Massimo valore della temperatura rettale

Seguendo le raccomandazioni del rapporto tecnico del WHO N. 412 (1969): "*Generalmente, il momento in cui è necessario interrompere un'esposizione di breve durata ad un'intensa fonte di energia termica in laboratorio si calcola sulla base della temperatura rettale*", ed "*È sconsigliabile che la temperatura del corpo misurata in profondità superi i 38 °C in un'esposizione a lavori pesanti giornaliera prolungata*".

Quando per un gruppo di lavoratori in determinate condizioni lavorative la temperatura rettale media è pari a 38 °C, si può supporre che per un particolare individuo la probabilità che la temperatura rettale aumenti sia:

- minore di  $10^{-7}$  per 42,0 °C (meno di uno ogni 40 anni su un totale di 1 000 lavoratori, considerando 250 giorni per anno);
- minore di  $10^{-4}$  per 39,2 °C (meno di una persona a rischio su un totale di 10 000 turni).

## ESITO DELLA VALUTAZIONE MICROCLIMA CALDO SEVERO

Di seguito è riportato l'elenco delle condizioni di lavoro che espongono i lavoratori a microclima (caldo severo) e il relativo esito della valutazione del rischio.

#### Condizioni di lavoro

Condizione di lavoro	ESITO DELLA VALUTAZIONE
1) Cantiere estivo (condizioni di caldo severo)	Le condizioni di lavoro sono accettabili.

## SCHEDE DI VALUTAZIONE MICROCLIMA CALDO SEVERO

Le schede di rischio che seguono riportano l'esito della valutazione eseguita.

#### Tabella di correlazione Organizzazione del cantiere - Scheda di valutazione

Organizzazione del cantiere	Scheda di valutazione
Cantiere estivo (condizioni di caldo severo)	SCHEDA N.1

### SCHEDA N.1

Rischi per la salute dei lavoratori durante le lavorazioni che comportano o, che possono comportare, un'esposizione a stress termico in un ambiente caldo (microclima caldo severo).

Analisi della situazione lavorativa										
Dati dell'ambiente termico				Dati dell'attività				Dati dell'abbigliamento		
$t_a$	$t_r$	$p_a$	$v_a$	D	M	$v_w$	$\theta$	$I_{cl}$	$F_r$	$A_p$
[°C]	[°C]	[kPa]	[m/s]	[min]	[W/m <sup>2</sup> ]	[m/s]	[°]	[clo]		
25.0	30.0	2.10	0.10	480	145	---	---	0.50	---	---
<b>Risultati del calcolo</b>										
- Temperatura rettale finale al termine dell'attività ( $t_{re}$ ) = 37.4 °C										
- Perdita di acqua al termine dell'attività ( $D_{max}$ ) = 2682 g										
- Tempo massimo ammissibile di esposizione per accumulo di energia ( $D_{limtre}$ ) = 480 min										
- Tempo massimo ammissibile di esposizione per disidratazione per un soggetto medio ( $D_{limloss50}$ ) = 480 min										
- Tempo massimo ammissibile di esposizione per disidratazione per il 95% della popolazione di lavoratori ( $D_{limloss95}$ ) = 480 min										
<b>Fascia di appartenenza:</b>										
Le condizioni di lavoro sono accettabili.										
<b>Organizzazione del cantiere:</b>										
Cantiere estivo (condizioni di caldo severo).										
<b>Descrizione della situazione lavorativa:</b>										
Situazione lavorativa										
<b>Specifiche dell'attività:</b>										
Tipologia: Attività moderate										
Postura: in piedi										
Lavoratore acclimatato: SI										
Lavoratore libero di bere: SI										
Persona ferma o velocità di marcia non definita: SI										
<b>Specifiche dell'abbigliamento:</b>										
Abbigliamento di base: Slip, camicia con maniche corte, pantaloni aderenti, calzini al polpaccio, scarpe										

<b>Legenda</b>	
<b>Ambiente termico</b>	
$t_a$	temperatura dell'aria [°C];
$t_r$	temperatura media radiante [°C];
$p_a$	pressione parziale del vapore d'acqua [kPa];
$v_a$	velocità dell'aria [m/s].
<b>Attività</b>	
D	durata dell'attività lavorativa [min];
M	metabolismo energetico [clo];
$v_w$	velocità di marcia [m/s];
$\theta$	angolo tra la direzione del vento e quella di marcia [°].
<b>Abbigliamento</b>	
$I_{cl}$	Isolamento termico dell'abbigliamento [m <sup>2</sup> K /W];
$F_r$	Emissività dell'abbigliamento riflettente [adimensionale];
$A_p$	Frazione di superficie corporea ricoperta da abbigliamento riflettente [adimensionale].

# ANALISI E VALUTAZIONE MICROCLIMA FREDDO SEVERO

La valutazione del rischio specifico è stata effettuata ai sensi della normativa italiana succitata e in particolare si è tenuto conto della specifica normativa tecnica di riferimento:

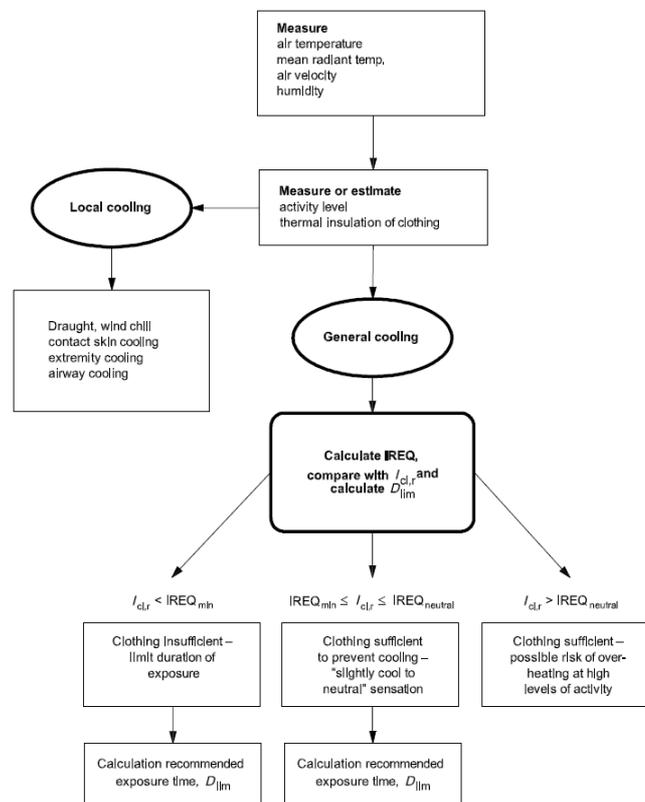
- **UNI EN ISO 11079:2008**, "Determinazione e interpretazione dello stress termico da freddo con l'utilizzo dell'isolamento termico dell'abbigliamento richiesto (IREQ) e degli effetti del raffreddamento locale".

## Premessa

La norma UNI EN ISO 11079:2008 specifica un metodo analitico per la valutazione e l'interpretazione dello stress termico cui è soggetta una persona in un ambiente freddo sia in termini di raffreddamento generale del corpo che del raffreddamento locale di specifiche parti del corpo. Esso si basa su un calcolo dello scambio di calore del corpo, dell'isolamento richiesto dell'abbigliamento (IREQ) per il mantenimento dell'equilibrio termico e l'isolamento fornito dall'insieme dell'abbigliamento in uso o prima di essere utilizzato.

## Principi del metodo di valutazione

Il metodo di valutazione ed interpretazione dello stress da ambienti freddi prevede le seguenti fasi riportate in figura.



**Figura 1 - Diagramma di flusso della procedura di valutazione**

## Equazione generale di bilancio termico

L'equazione di bilancio termico sul corpo è la seguente:

$$M - W = C_{res} + E_{res} + K + C + R + E + S \quad (1)$$

Questa equazione esprime il fatto che la produzione di energia termica all'interno del corpo, che corrisponde alla differenza tra il metabolismo energetico (M) e la potenza meccanica efficace (W), è bilanciata dagli scambi termici nel tratto respiratorio per convezione ( $C_{res}$ ) ed evaporazione ( $E_{res}$ ), dallo scambio alla pelle per conduzione (K), convezione (C), irraggiamento (R) ed evaporazione (E), e da un eventuale accumulo di energia (S) nel corpo.

Di seguito sono esplicitate le grandezze che compaiono nell'equazione (1) in termini di principi di calcolo.

## Metabolismo energetico, M

La metodologia per la valutazione o la misura del metabolismo energetico è quella definita nella ISO 8996:2004. In particolare si è fatto riferimento alle indicazioni per la sua valutazione come definito dell'appendice C alla norma UNI EN ISO 11079:2008.

### Potenza meccanica efficace, W

Nella maggior parte delle situazioni è piccola e può essere trascurata.

### Flusso termico convettivo respiratorio, $C_{res}$

Il flusso termico convettivo respiratorio può essere espresso, in linea di principio, dalla relazione:

$$C_{res} = c_p \cdot V \cdot \frac{t_{ex} - t_a}{A_{Du}} \quad (2)$$

dove  $C_p$  è il calore specifico a pressione costante dell'aria secca [joule per kilogrammi di aria secca kelvin],  $V$  è la ventilazione polmonare [litri al secondo],  $t_{ex}$  è la temperatura dell'aria espirata [gradi celsius],  $t_a$  è la temperatura dell'aria [gradi celsius] e  $A_{Du}$  è l'area della superficie corporea secondo Du Bois [metro quadrato].

### Flusso termico evaporativo respiratorio, $E_{res}$

Il flusso termico evaporativo respiratorio può essere espresso, in linea di principio, con la relazione:

$$E_{res} = c_e \cdot V \cdot \frac{W_{ex} - W_a}{A_{Du}} \quad (3)$$

dove  $C_e$  è il calore latente di vaporizzazione dell'acqua [joule per kilogrammo],  $V$  è la ventilazione polmonare [litri al secondo],  $W_{ex}$  è l'umidità specifica dell'aria espirata [kilogrammi di acqua per kilogrammo di aria secca],  $W_a$  è l'umidità specifica dell'aria [kilogrammi di acqua per kilogrammo di aria secca] e  $A_{Du}$  è l'area della superficie corporea secondo Du Bois [metro quadrato].

### Flusso termico evaporativo alla superficie della pelle, E

La potenza evaporativa massima alla superficie della pelle, può essere espressa come:

$$E = \frac{p_{sk} - p_a}{R_{e,T}} \quad (4)$$

dove  $R_{e,T}$  è la resistenza evaporativa totale dell'abbigliamento e dello strato limite d'aria (tiene conto delle caratteristiche dell'abbigliamento, del movimento del soggetto e del movimento dell'aria) [metro quadrato kilopascal per watt],  $p_{sk}$  è la pressione del vapore d'acqua alla temperatura della pelle [kilopascal] e  $p_a$  è la pressione parziale del vapore d'acqua [kilopascal].

### Flusso termico conduttivo, K

Il flusso termico conduttivo è collegato allo scambio tra la superficie del corpo e gli oggetti solidi a contatto con esso. Sebbene assume una significativa importanza per il bilancio termico locale, lo stesso può essere inglobato negli scambi convettivo e radiativo che si avrebbero se questa superficie non fosse in contatto con alcun corpo solido.

### Flusso termico convettivo, C

Il flusso termico convettivo alla superficie della pelle può essere espresso dalla relazione:

$$C = h_c \cdot f_{cl} \cdot (t_{cl} - t_a) \quad (5)$$

dove  $h_c$  è il coefficiente di scambio termico convettivo tra l'abbigliamento e l'aria esterna (tiene conto delle caratteristiche dell'abbigliamento, del movimento del soggetto e del movimento dell'aria) [watt per metro quadro kelvin],  $f_{cl}$  è il coefficiente di area dell'abbigliamento [adimensionale],  $t_{cl}$  è la temperatura sulla superficie dell'abbigliamento [gradi celsius],  $t_a$  è la temperatura dell'aria [gradi celsius].

### Flusso termico radiativo, R

Il flusso termico radiativo può essere espresso dalla relazione:

$$R = h_r \cdot f_{cl} \cdot (t_{cl} - t_r) \quad (6)$$

dove  $h_r$  è il coefficiente di scambio termico radiativo tra l'abbigliamento e l'aria esterna (tiene conto delle caratteristiche dell'abbigliamento, del movimento del soggetto e del movimento dell'aria) [watt per metro quadro kelvin],  $f_{cl}$  è il coefficiente di area dell'abbigliamento [adimensionale],  $t_{cl}$  è la temperatura sulla superficie dell'abbigliamento [gradi celsius] e  $t_r$  è la temperatura media radiante [gradi celsius].

### Flusso termico attraverso il vestiario

Lo scambio termico tramite i vestiti avviene per conduzione, convezione e irraggiamento e attraverso il sudore evaporato. L'effetto del vestiario sullo scambio termico sensibile è determinato dall'isolamento termico dell'insieme degli indumenti e del gradiente di temperatura fra la pelle e la superficie dei vestiti. Il flusso termico sensibile sulla superficie dei vestiti è equivalente allo scambio di calore fra la superficie dei vestiti e l'ambiente.

Lo scambio termico attraverso i vestiti, quindi, è funzione dell'isolamento termico totale dell'abbigliamento:

$$\frac{t_{sk} - t_{cl}}{I_{cl,r}} = R + C = M - W - E_{res} - C_{res} - E - S \quad (7)$$

dove  $t_{sk}$  è la temperatura sulla superficie della pelle [gradi celsius] e  $t_{cl}$  è la temperatura sulla superficie dell'abbigliamento [gradi celsius] e  $I_{cl,r}$  è l'isolamento termico dell'abbigliamento corretto degli effetti di penetrazione del vento e dell'attività lavorativa [metro quadro kelvin per watt].

### Calcolo dell'IREQ

Sulla base delle equazioni precedenti, in stato stazionario e usando le ipotesi fatte sui flussi di calore per conduzione, l'isolamento di abbigliamento richiesto, IREQ, è calcolato sulla base dell'equazione seguente:

$$IREQ = \frac{t_{sk} - t_{cl}}{I_{cl,r}} \quad (8)$$

Entrambe le equazioni (7) e (8) esprimono lo scambio di calore "secco" sulla superficie dei vestiti quando il corpo è in equilibrio termico, da cui la relazione esistente tra  $I_{cl,r}$  e IREQ.

L'equazione precedente contiene due variabili incognite (IREQ e  $t_{cl}$ ) per cui la stessa è risolta come segue:

$$t_{cl} = t_{sk} - IREQ \cdot (M - W - E_{res} - C_{res} - E) \quad (9)$$

Questa espressione in  $t_{cl}$  è sostituita nelle formula di calcolo dei termini dell'equazione (8) in particolare per il calcolo di R e C funzione della variabile  $t_{cl}$ . Il valore di IREQ che soddisfa l'equazione (8) è calcolato per iterazione.

### Confronto tra il valore di IREQ e l'isolamento dell'abbigliamento utilizzato

Lo scopo principale del metodo IREQ è quello di analizzare se l'abbigliamento utilizzato fornisce o no l'isolamento sufficiente per assicurare un definito livello di bilancio termico. Il valore dell'isolamento termico del vestiario è il valore di isolamento di base,  $I_{cl}$ . Per poter utilizzare questo dato per un confronto con il valore di IREQ, il valore deve essere opportunamente corretto. Il valore corretto  $I_{cl,r}$  non è tabellato ma è determinato sulla base di ulteriori informazioni relativamente all'abbigliamento effettivo (isolamento di base, la permeabilità all'aria), al vento e al livello di attività.

Il valore di abbigliamento corretto  $I_{cl,r}$  è confrontato con l'IREQ precedentemente calcolato e ne deriva che:

$$- I_{cl,r} \geq IREQ_{neutral} \quad (A)$$

L'insieme dell'abbigliamento selezionato fornisce un isolamento più che sufficiente. Il troppo isolamento può aumentare il rischio di surriscaldamento, con conseguente eccessiva sudorazione e progressivo assorbimento da parte dell'abbigliamento dell'umidità dovuta al sudore con conseguente potenziale rischio di ipotermia. L'isolamento dell'abbigliamento deve essere ridotto.

$$- IREQ_{min} \leq I_{cl,r} \leq IREQ_{neutral} \quad (B)$$

L'insieme dell'abbigliamento selezionato fornisce un isolamento adeguato. Il livello di sforzo fisiologico può variare da alto a basso e le condizioni termiche sono percepiti da "leggermente freddo" a "neutrale". Nessuna azione è richiesta, tranne una ulteriore valutazione degli effetti di raffreddamento locali.

$$- I_{cl,r} \leq IREQ_{min} \quad (C)$$

L'insieme dell'abbigliamento selezionato non fornisce un adeguato isolamento atto ad evitare il raffreddamento del corpo. C'è un

crescente rischio di ipotermia con esposizione progressiva:

### Tempo di esposizione, $D_{lim}$

Quando il valore corretto dei capi di abbigliamento selezionati o usati è minore dell'isolamento richiesto calcolato (IREQ), il tempo di esposizione deve essere limitato per impedire il raffreddamento progressivo del corpo.

Una certa riduzione del contenuto di calore nel corpo (Q) è accettabile durante l'esposizione di alcune ore e può essere usata per calcolare la durata di esposizione quando il tasso di accumulo di calore è noto (S).

La durata di esposizione limite ( $D_{lim}$ ) al freddo è definita come il tempo di massimo di esposizione suggerito con abbigliamento disponibile o selezionato è calcolato come segue:

$$D_{lim} = \frac{Q_{lim}}{S} \quad (10)$$

dove  $Q_{lim}$  è la massima perdita di energia tollerabile senza serie conseguenze ed S rappresenta il raffreddamento del corpo umano il cui valore si ottiene dalla soluzione del bilancio di energia, come segue:

$$S = M - W - E_{res} - C_{res} - E - R - C \quad (11)$$

### Indice di rischio locale

L'indice locale viene utilizzato per proteggere il soggetto esposto dalle conseguenze di un eccessivo raffreddamento in specifiche parti del corpo (mani, piedi, testa) che, per la combinazione di modesta protezione e alto rapporto superficie/volume, risultano particolarmente sensibili al raffreddamento di tipo convettivo dovuto alla combinazione della bassa temperatura e del vento.

In particolare, l'indice utilizzato è detto "wind chill temperature" ed è identificato dal simbolo  $t_{wc}$ .

La temperatura  $t_{wc}$  è calcolata come segue:

$$t_{wc} = 13,12 + 0,6215 \cdot t_a - 11,37 \cdot v_{10}^{0,16} + 0,395 \cdot t_a \cdot v_{10}^{0,16} \quad (12)$$

dove  $v_{10}$  è la velocità dell'aria misurata a 10 metri dal livello del suolo, ovvero, determinata moltiplicando per 1,5 la velocità dell'aria a terra.

Nella tabella seguente la norma UNI EN ISO 11079:2008 classifica il rischio di congelamento della pelle in funzione della temperatura risultante dal calcolo.

#### Prospetto D.2. - Correlazione tra la $t_{wc}$ e il tempo di congelamento della pelle

Rischio	$t_{wc}$	Effetto sulla pelle
1	da -10 a -24°C	Freddo insopportabile
2	da -25 a -34°C	Molto freddo; rischio di congelamento della pelle
3	da -35 a -59°C	Freddo pungente; la pelle esposta può congelarsi in dieci minuti
4	minore di -60°C	Estremamente freddo; la pelle esposta può congelarsi entro due minuti

Prospetto D.2 - UNI EN ISO 11079:2007: Correlazione tra la "wind chill temperature" e il tempo di congelamento della pelle esposta.

## ESITO DELLA VALUTAZIONE MICROCLIMA FREDDO SEVERO

Di seguito è riportato l'elenco delle condizioni di lavoro che espongono i lavoratori a microclima (freddo severo) e il relativo esito della valutazione del rischio.

#### Condizioni di lavoro

Condizione di lavoro	ESITO DELLA VALUTAZIONE
1) Cantiere invernale (condizioni di freddo severo)	Le condizioni di lavoro sono accettabili.

## SCHEDE DI VALUTAZIONE

# MICROCLIMA FREDDO SEVERO

Le schede di rischio che seguono riportano l'esito della valutazione eseguita.

Le eventuali disposizioni relative alla sorveglianza sanitaria, all'informazione e formazione, all'utilizzo di dispositivi di protezione individuale e alle misure tecniche e organizzative sono riportate nel documento della sicurezza di cui il presente è un allegato.

**Tabella di correlazione Organizzazione del cantiere - Scheda di valutazione**

Organizzazione del cantiere	Scheda di valutazione
Cantiere invernale (condizioni di freddo severo)	SCHEDA N.1

## SCHEDA N.1

Rischi per la salute dei lavoratori durante le lavorazioni che comportano o, che possono comportare, un'esposizione a stress termico in un ambiente freddo (microclima freddo severo).

Analisi della situazione lavorativa									
Dati dell'ambiente termico				Dati dell'attività			Dati dell'abbigliamento		Vento
$t_a$	$r_h$	$t_r$	$v_a$	D	M	$v_w$	$I_{cl}$	$p$	$t_{wc}$
[°C]	[%]	[°C]	[m/s]	[min]	[W/m <sup>2</sup> ]	[m/s]	[clo]	[l/m <sup>2</sup> s]	[°C]
0.0	85.0	0.00	0.10	480	100	0.00	2.20	50	5

### Risultati del calcolo

Isolamento dell'abbigliamento richiesto minimo ( $IREQ_{\text{minimal}}$ ) = 1.90 clo

Isolamento dell'abbigliamento richiesto neutro ( $IREQ_{\text{neutral}}$ ) = 2.20 clo

Tempo massimo ammissibile di esposizione calcolato rispetto  $IREQ_{\text{minimal}}$  ( $D_{\text{lim minimal}}$ ) = 480 min

Tempo massimo ammissibile di esposizione calcolato rispetto  $IREQ_{\text{minimal}}$  ( $D_{\text{lim neutral}}$ ) = 480 min

### Fascia di appartenenza:

Le condizioni di lavoro sono accettabili.

### Organizzazione del cantiere:

Cantiere invernale (condizioni di freddo severo).

### Descrizione della situazione lavorativa:

Situazione lavorativa

### Tipologia di attività:

Attività leggere

### Abbigliamento di lavoro:

Maglietta intima, mutande, pantaloni isolati, giacca isolata, soprapantaloni, sopragiacca, calze, scarpe

### Verifica di congelamento della pelle esposta:

Effetto trascurabile

## Legenda

### Ambiente termico

$t_a$  temperatura dell'aria [°C];  
 $t_r$  temperatura media radiante [°C];  
 $r_h$  umidità relativa dell'aria [%];  
 $v_a$  velocità dell'aria [m/s].

### Attività

M metabolismo energetico [W/m<sup>2</sup>];  
 $v_w$  velocità di marcia [m/s];

### Abbigliamento

I<sub>cl</sub> Isolamento termico dell'abbigliamento [clo];  
p Permeabilità dell'abbigliamento all'aria [l/m<sup>2</sup>s];

**Verifica locale**

t<sub>wc</sub> Temperatura Wind Chill [°C].

Genova, 19/04/2016

Firma

---

01	11/2015	PRIMA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

# COMUNE DI GENOVA



## AREA TECNICA

Direttore Generale Area Arch. Laura PETACCHI

## DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

Direttore Arch. Mirco GRASSI

## STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA

Responsabile Geol. Giorgio GRASSANO

Committente PARCHI E VERDE - OPERE PUBBLICHE 3

Progetto 11.01.00

CAPO PROGETTO Geol. Giuseppe CAGGIA

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO Arch. Ines MARASSO

Progetto GEOTECNICO - IDROGEOLOGICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Geol. Giuseppe Caggia  
Geol. Antonietta Franzè  
Geom. Enrico Ballarino

Rilievi  
 Responsabile F.D.T. Geom. Ivano Bareggi  
 Collaboratori F.S.T. Geom. Bartolomeo Caviglia  
I.S.T. Dott. Matteo Previtiera

Progetto IDRAULICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Ing. Marianna Reggio

Coordinatore per la Sicurezza (in fase di Progettazione) I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Progetto STRUTTURALE  
 Responsabile ---  
 Collaboratori ---

Verifica accessibilità

Computi metrici e Capitolato F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Altro (Progetto prevenzione incendi)

Altro (Progetto aspetti vegetazionali)

Intervento/Opera  
 Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S.Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina

Municipio Centro Est I

Quartiere Oregina 11

N° prog. tav. N° tot. tav.

Oggetto della tavola  
 Fascicolo con le caratteristiche dell' opera

Scala Data  
 Novembre 2015

Livello Progettazione ESECUTIVO GEOTECNICO

Codice GULP 13937 Codice PROGETTAZIONE 11.01.00 Codice OPERA Codice ARCHIVIO

Tavola N°  
**Da02**  
**E-G\_Tec**

# **FASCICOLO CON LE CARATTERISTICHE DELL'OPERA**

**per la prevenzione e protezione dai rischi**  
(Allegato XVI e art. 91 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.)  
(D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106)

**OGGETTO:** Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S. Ugo in  
corrispondenza dei giardini di Via Casaccia a Genova Oregina  
**COMMITTENTE:** Comune di Genova  
**CANTIERE:** Via Casaccia, s.n.c., Genova (GE)

Genova, 11/12/2015

## **IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA**

\_\_\_\_\_  
(Geometra Terenzio Marco)

*per presa visione*

## **IL COMMITTENTE**

\_\_\_\_\_  
(Direttore Area Tecnica Petacchi Laura )

### **Geometra Terenzio Marco**

Via di Francia, 3  
16149 Genova (GE)  
Tel.: 010.5573222 - Fax: \$EMPTY\_CSP\_10\$  
E-Mail: mterenzio@comune.genova.it

# CAPITOLO I

## Modalità per la descrizione dell'opera e l'individuazione dei soggetti interessati.

### Scheda I

#### Descrizione sintetica dell'opera ed individuazione dei soggetti interessati

##### Descrizione sintetica dell'opera

A seguito dei recenti intensi eventi alluvionali, la zona in oggetto è stata soggetta a fenomeni franosi del piccolo versante naturale che si trova tra via Casaccia e via Paleocapa. Con somme urgenze il Comune di Genova era già intervenuto con la realizzazione di due palificate poste a quota diversa. Alla base del versante ' vi è un accesso per la manutenzione della tombinatura del rio S. Ugo. La quasi assente regimazione delle acque superficiali che arrivano da monte, con l'ultimo evento alluvionale le acque si sono riversate sul versante con una certa velocità, saturando il terreno e causando il cedimento dello stesso. Il progetto consta nel ripristino del versante e nella sistemazione dello stesso con la realizzazione di un giardino a verde pubblico con particolare riguardo alla regimazione delle acque. Questo intervento si realizzerà impiegando la tecnica dell'ingegneria naturalistica delle terre rinforzate, che sono uno strumento costruttivo geotecnico molto utilizzato nella realizzazione di rilevati in terra per opere di contenimento di sottoscarpa e controripa in ambito stradale o di versante. Il concetto fondamentale che sta alla base di questa tecnica costruttiva è quello di inserire un rinforzo con elevate caratteristiche di resistenza e rigidità che consenta di migliorare la resistenza al taglio disponibile nell'ammasso terreno/struttura; elevando sensibilmente le caratteristiche resistenti, rispetto a quanto posseduto dal solo terreno, permettendo la realizzazione di rilevati in terra ad alto angolo.

La profilatura del versante verrà dunque realizzato attraverso una serie di gradoni, che permetteranno inoltre di creare un percorso "nel verde" con l'installazione di giochi per bambini, panchine e tavolini.

A questo intervento sarà associato un'adeguata regimazione delle acque superficiali, con la realizzazione di canalette e griglie che favoriranno la raccolta e il deflusso delle stesse. Inoltre a tergo dei gradoni delle terre rinforzate, verrà installato un pannello tipo Gabiodren per drenare il terreno sottosuperficiale per evitare l'aumento delle pressioni interstiziali.

Inoltre si interverrà sul versante di sinistra realizzando un accesso in sterrato ad anello che porterà a delle aree di sosta attrezzate per riqualificare la zona.

##### Durata effettiva dei lavori

Inizio lavori:		Fine lavori:	
----------------	--	--------------	--

##### Indirizzo del cantiere

Indirizzo:	Via Casaccia, s.n.c.				
CAP:	16135	Città:	Genova	Provincia:	GE

##### Soggetti interessati

<b>Committente</b>	Comune di Genova		
Indirizzo:	Via Garibaldi, 9 - 16124 Genova (GE)	Tel.	010.557111
<b>Progettista</b>	Giorgio Grassano		
Indirizzo:	Via di Francia,3 - 16149 Genova (GE)	Tel.	010.5573348
<b>Direttore dei Lavori</b>			
Indirizzo:		Tel.	
<b>Responsabile dei Lavori</b>	Giorgio Grassano		
Indirizzo:	Via di Francia, 3 - 16149 Genova (GE)	Tel.	0105573348
<b>Coordinatore Sicurezza in fase di progettazione</b>	Marco Terenzio		
Indirizzo:	Via di Francia, 3 - 16149 Genova (GE)	Tel.	010.5573222

<b>Coordinatore Sicurezza in fase di esecuzione</b>			
Indirizzo:		Tel.	

## CAPITOLO II

### Individuazione dei rischi, delle misure preventive e protettive in dotazione dell'opera e di quelle ausiliarie.

#### 01 Opere di ingegneria naturalistica

##### 01.01 Muri in terra armata

##### 01.01.01 Muri in terra armata

#### Scheda II-1

#### Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera ed ausiliarie

Tipologia dei lavori	Codice scheda	01.01.01.01
Ripristino		

Tipo di intervento	Rischi rilevati
Controllo delle strutture: Controllo di tutte le strutture in terra rinforzata verticali allo scopo di verificare la perfetta integrità delle stesse in caso di presenza di lesioni, disgregazioni o di ammaloramenti di particolare rilevanza. Controllo delle strutture di fondazione. Ripristino danneggiamenti terre rinforzate e riparazione lesioni [quando occorre]	Caduta dall'alto; Investimento, ribaltamento; Punture, tagli, abrasioni;

#### Informazioni per imprese esecutrici e lavoratori autonomi sulle caratteristiche tecniche dell'opera progettata e del luogo di lavoro

Punti critici	Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera	Misure preventive e protettive ausiliarie
Accessi ai luoghi di lavoro		l'ingresso e l'uscita dei mezzi dalle aree di lavoro e di cantiere dovrà essere regolata da un preposto
Sicurezza dei luoghi di lavoro		DPI comuni; Guanti; Casco; Cintura di sicurezza, imbracatura, cordini; Scarpe di sicurezza; Guanti;
Impianti di alimentazione e di scarico		sarà a carico dell'impresa predisporre gli approvvigionamenti energetici ed i sistemi di smaltimento dei rifiuti
Approvvigionamento e movimentazione materiali		
Approvvigionamento e movimentazione attrezzature		
Igiene sul lavoro		
Interferenze e protezione terzi		

#### Tavole Allegate

#### 01.01.02 Fascinate

Le fascinate sono realizzate con fascine di ramaglia (sono da preferirsi specie con elevata capacità vegetativa quali pioppi, salici) che vengono collocate lungo i pendii (max pendenza 30°-35°) e fissate a pali di legno infissi nel terreno. Possono essere utilizzate sia lungo i pendii montani sia lungo gli argini dei fiumi al piede delle sponde soggette ad erosione.

**Scheda II-1**  
**Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera ed ausiliarie**

<b>Tipologia dei lavori</b>	<b>Codice scheda</b>	01.01.02.01

<b>Tipo di intervento</b>	<b>Rischi rilevati</b>
Ceduazione: Eseguire il taglio delle essenze messe a dimora per consentire alle radici di ramificare alla base. [con cadenza ogni anno]	Movimentazione manuale dei carichi; Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni.

<b>Informazioni per imprese esecutrici e lavoratori autonomi sulle caratteristiche tecniche dell'opera progettata e del luogo di lavoro</b>

<b>Punti critici</b>	<b>Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera</b>	<b>Misure preventive e protettive ausiliarie</b>
Accessi ai luoghi di lavoro		Andatoie e passerelle.
Sicurezza dei luoghi di lavoro		Parapetti; Occhiali, visiere o schermi; Scarpe di sicurezza; Guanti.
Impianti di alimentazione e di scarico		Impianti di adduzione di energia di qualsiasi tipo.
Approvvigionamento e movimentazione materiali		
Approvvigionamento e movimentazione attrezzature		
Igiene sul lavoro		
Interferenze e protezione terzi		Segnaletica di sicurezza.

<b>Tavole Allegate</b>	
------------------------	--

**Scheda II-1**  
**Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera ed ausiliarie**

<b>Tipologia dei lavori</b>	<b>Codice scheda</b>	01.01.02.02

<b>Tipo di intervento</b>	<b>Rischi rilevati</b>
Diradamento: Eseguire il diradamento delle piante infestanti. [con cadenza ogni anno]	Movimentazione manuale dei carichi; Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni.

<b>Informazioni per imprese esecutrici e lavoratori autonomi sulle caratteristiche tecniche dell'opera progettata e del luogo di lavoro</b>

<b>Punti critici</b>	<b>Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera</b>	<b>Misure preventive e protettive ausiliarie</b>
Accessi ai luoghi di lavoro		Andatoie e passerelle.
Sicurezza dei luoghi di lavoro		Parapetti; Occhiali, visiere o schermi; Scarpe di sicurezza; Guanti.
Impianti di alimentazione e di scarico		Impianti di adduzione di energia di qualsiasi tipo.
Approvvigionamento e movimentazione materiali		
Approvvigionamento e movimentazione attrezzature		

Igiene sul lavoro		
Interferenze e protezione terzi		Segnaletica di sicurezza.

<b>Tavole Allegate</b>	
------------------------	--

**Scheda II-1**  
**Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera ed ausiliarie**

<b>Tipologia dei lavori</b>	<b>Codice scheda</b>	01.01.02.03

<b>Tipo di intervento</b>	<b>Rischi rilevati</b>
Revisione: Verificare la tenuta delle file dei pali in legno serrando i chiodi e le graffe metalliche. [con cadenza ogni anno]	Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni.

<b>Informazioni per imprese esecutrici e lavoratori autonomi sulle caratteristiche tecniche dell'opera progettata e del luogo di lavoro</b>

<b>Punti critici</b>	<b>Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera</b>	<b>Misure preventive e protettive ausiliarie</b>
Accessi ai luoghi di lavoro		Andatoie e passerelle.
Sicurezza dei luoghi di lavoro		Parapetti; Occhiali, visiere o schermi; Scarpe di sicurezza; Guanti.
Impianti di alimentazione e di scarico		Impianti di adduzione di energia di qualsiasi tipo.
Approvvigionamento e movimentazione materiali		
Approvvigionamento e movimentazione attrezzature		
Igiene sul lavoro		
Interferenze e protezione terzi		Segnaletica di sicurezza.

<b>Tavole Allegate</b>	
------------------------	--

### 01.01.03 Viminata viva romboidale

Utile per stabilizzare le dune costiere, è formata da verghe lunghe e flessibili, facilmente intrecciabili, di piante legnose xerofile e arofile con capacità di propagazione vegetativa.

Le graticciate possono essere disposte sul pendio o per righe orizzontali andanti o come graticciata diagonale a forma di rombo. La messa in opera può avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo. Le vimate vive trattengono il terreno sul pendio e consentono di formare con la graticciata solidi gradoni nella duna.

**Scheda II-1**  
**Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera ed ausiliarie**

<b>Tipologia dei lavori</b>	<b>Codice scheda</b>	01.01.03.01

<b>Tipo di intervento</b>	<b>Rischi rilevati</b>
Ceduazione: Eseguire il taglio delle essenze messe a dimora per consentire alle radici di ramificare alla base. [con cadenza ogni anno]	Movimentazione manuale dei carichi; Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni.

<b>Informazioni per imprese esecutrici e lavoratori autonomi sulle caratteristiche tecniche dell'opera progettata e del luogo di lavoro</b>

Punti critici	Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera	Misure preventive e protettive ausiliarie
Accessi ai luoghi di lavoro		Andatoie e passerelle.
Sicurezza dei luoghi di lavoro		Parapetti; Occhiali, visiere o schermi; Scarpe di sicurezza; Guanti.
Impianti di alimentazione e di scarico		Impianti di adduzione di energia di qualsiasi tipo.
Approvvigionamento e movimentazione materiali		
Approvvigionamento e movimentazione attrezzature		
Igiene sul lavoro		
Interferenze e protezione terzi		Segnaletica di sicurezza.

<b>Tavole Allegate</b>
------------------------

**Scheda II-1  
Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera ed ausiliarie**

<b>Tipologia dei lavori</b>	<b>Codice scheda</b>	01.01.03.02
-----------------------------	----------------------	-------------

Tipo di intervento	Rischi rilevati
Diradamento: Eseguire il diradamento delle piante infestanti. [con cadenza ogni anno]	Movimentazione manuale dei carichi; Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni.

<b>Informazioni per imprese esecutrici e lavoratori autonomi sulle caratteristiche tecniche dell'opera progettata e del luogo di lavoro</b>
---

Punti critici	Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera	Misure preventive e protettive ausiliarie
Accessi ai luoghi di lavoro		Andatoie e passerelle.
Sicurezza dei luoghi di lavoro		Parapetti; Occhiali, visiere o schermi; Scarpe di sicurezza; Guanti.
Impianti di alimentazione e di scarico		Impianti di adduzione di energia di qualsiasi tipo.
Approvvigionamento e movimentazione materiali		
Approvvigionamento e movimentazione attrezzature		
Igiene sul lavoro		
Interferenze e protezione terzi		Segnaletica di sicurezza.

<b>Tavole Allegate</b>
------------------------

**Scheda II-1  
Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera ed ausiliarie**

<b>Tipologia dei lavori</b>	<b>Codice scheda</b>	01.01.03.03
-----------------------------	----------------------	-------------

Tipo di intervento	Rischi rilevati
Revisione: Verificare la tenuta delle file dei pali in legno serrando i chiodi e le graffe metalliche; sistemare le verghe eventualmente fuoriuscite dalle file. [con cadenza ogni 6 mesi]	Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni.

**Informazioni per imprese esecutrici e lavoratori autonomi sulle caratteristiche tecniche dell'opera progettata e del luogo di lavoro**

Punti critici	Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera	Misure preventive e protettive ausiliarie
Accessi ai luoghi di lavoro		Andatoie e passerelle.
Sicurezza dei luoghi di lavoro		Parapetti; Occhiali, visiere o schermi; Scarpe di sicurezza; Guanti.
Impianti di alimentazione e di scarico		Impianti di adduzione di energia di qualsiasi tipo.
Approvvigionamento e movimentazione materiali		
Approvvigionamento e movimentazione attrezzature		
Igiene sul lavoro		
Interferenze e protezione terzi		Segnaletica di sicurezza.

**Tavole Allegate**

**02 Tubazioni PVC e canalette in cls**

**02.01 Tubazioni in PVC e canalette in cls**

**02.01.01 Tubazioni in PVC e canalette in cls**

**Scheda II-1**

**Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera ed ausiliarie**

Tipologia dei lavori	Codice scheda
Manutenzione	02.01.01.01

Tipo di intervento	Rischi rilevati
Manutenzione: Pulizie tubazioni, canalette in cls, caditoie, per eliminazione di depositi di fanghi e vegetazione [con cadenza ogni 6 mesi]	Investimento, ribaltamento; Punture, tagli, abrasioni; Scivolamenti, cadute a livello;

**Informazioni per imprese esecutrici e lavoratori autonomi sulle caratteristiche tecniche dell'opera progettata e del luogo di lavoro**

Punti critici	Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera	Misure preventive e protettive ausiliarie
Accessi ai luoghi di lavoro		
Sicurezza dei luoghi di lavoro		le operazioni di manutenzione verranno effettuate con la presenza degli utenti della strada. Si dovrà sempre predisporre una zona confinata
Impianti di alimentazione e di scarico		Sarà a carico dell' impresa predisporre gli approvvigionamenti energetici ed i sistemi di smaltimento dei rifiuti. DPI comuni. Scarpe di sicurezza; Casco o elmetto; Guanti; Cuffie o inserti antirumore; Giubbotti ad alta visibilità;
Approvvigionamento e movimentazione materiali		

Approvvigionamento e movimentazione attrezzature		
Igiene sul lavoro		
Interferenze e protezione terzi		Le interferenze con terzi dovranno essere ridotte al minimo e se necessario in accordo con la Polizia Locale si dovrà deviare il traffico per consentire le lavorazioni in sicurezza.

<b>Tavole Allegate</b>	
------------------------	--

## Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera

### Scheda II-3

**Informazioni sulle misure preventive e protettive in dotazione dell'opera necessarie per pianificare la realizzazione in condizioni di sicurezza e modalità di utilizzo e di controllo dell'efficienza delle stesse.**

<b>Codice scheda</b>	MP001					
<b>Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera</b>	<b>Informazioni necessarie per pianificare la realizzazione in sicurezza</b>	<b>Modalità di utilizzo in condizioni di sicurezza</b>	<b>Verifiche e controlli da effettuare</b>	<b>Periodicità</b>	<b>Interventi di manutenzione da effettuare</b>	<b>Periodicità</b>

## **CAPITOLO III**

### **Indicazioni per la definizione dei riferimenti della documentazione di supporto esistente**

Le schede III-1, III-2 e III-3 non sono state stampate perché all'interno del fascicolo non sono stati indicati elaborati tecnici.

# INDICE

<b>CAPITOLO I: Modalità per la descrizione dell'opera e l'individuazione dei soggetti interessati</b> .....	<b>pag.</b>	<b><u>2</u></b>
<b>CAPITOLO II: Individuazione dei rischi, delle misure preventive e protettive in dotazione dell'opera e di quelle ausiliarie</b> .....	<b>pag.</b>	<b><u>4</u></b>
01 Opere di ingegneria naturalistica .....	pag.	<u>4</u>
01.01 Muri in terra armata .....	pag.	<u>4</u>
01.01.01 Muri in terra armata .....	pag.	<u>4</u>
01.01.02 Fascinate .....	pag.	<u>4</u>
01.01.03 Viminata viva romboidale .....	pag.	<u>6</u>
02 Tubazioni PVC e canalette in cls .....	pag.	<u>8</u>
02.01 Tubazioni in PVC e canalette in cls .....	pag.	<u>8</u>
02.01.01 Tubazioni in PVC e canalette in cls .....	pag.	<u>8</u>
Scheda II-3 Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera .....	pag.	<u>9</u>
<b>CAPITOLO III: Collocazione elaborati tecnici</b> .....	<b>pag.</b>	<b><u>10</u></b>

Genova, 11/12/2015

Firma

---

01	11/2015	PRIMA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

# COMUNE DI GENOVA



## AREA TECNICA

Direttore Generale Area Arch. Laura PETACCHI

## DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

Direttore Arch. Mirco GRASSI

## STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA

Responsabile Geol. Giorgio GRASSANO

Committente **PARCHI E VERDE - OPERE PUBBLICHE 3**

Progetto **11.01.00**

CAPO PROGETTO Geol. Giuseppe CAGGIA

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO Arch. Ines MARASSO

Progetto GEOTECNICO - IDROGEOLOGICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Geol. Giuseppe Caggia  
Geol. Antonietta Franzè  
Geom. Enrico Ballarino

Rilievi  
 Responsabile F.D.T. Geom. Ivano Bareggi  
 Collaboratori F.S.T. Geom. Bartolomeo Caviglia  
I.S.T. Dott. Matteo Previtiera

Progetto IDRAULICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Ing. Marianna Reggio

Coordinatore per la Sicurezza (in fase di Progettazione) I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Progetto STRUTTURALE  
 Responsabile ---  
 Collaboratori ---

Verifica accessibilità

Computi metrici e Capitolato F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Altro (Progetto prevenzione incendi)

Altro (Progetto aspetti vegetazionali)

Intervento/Opera  
**Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S.Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina**

Municipio Centro Est I

Quartiere Oregina 11

N° prog. tav. N° tot. tav.

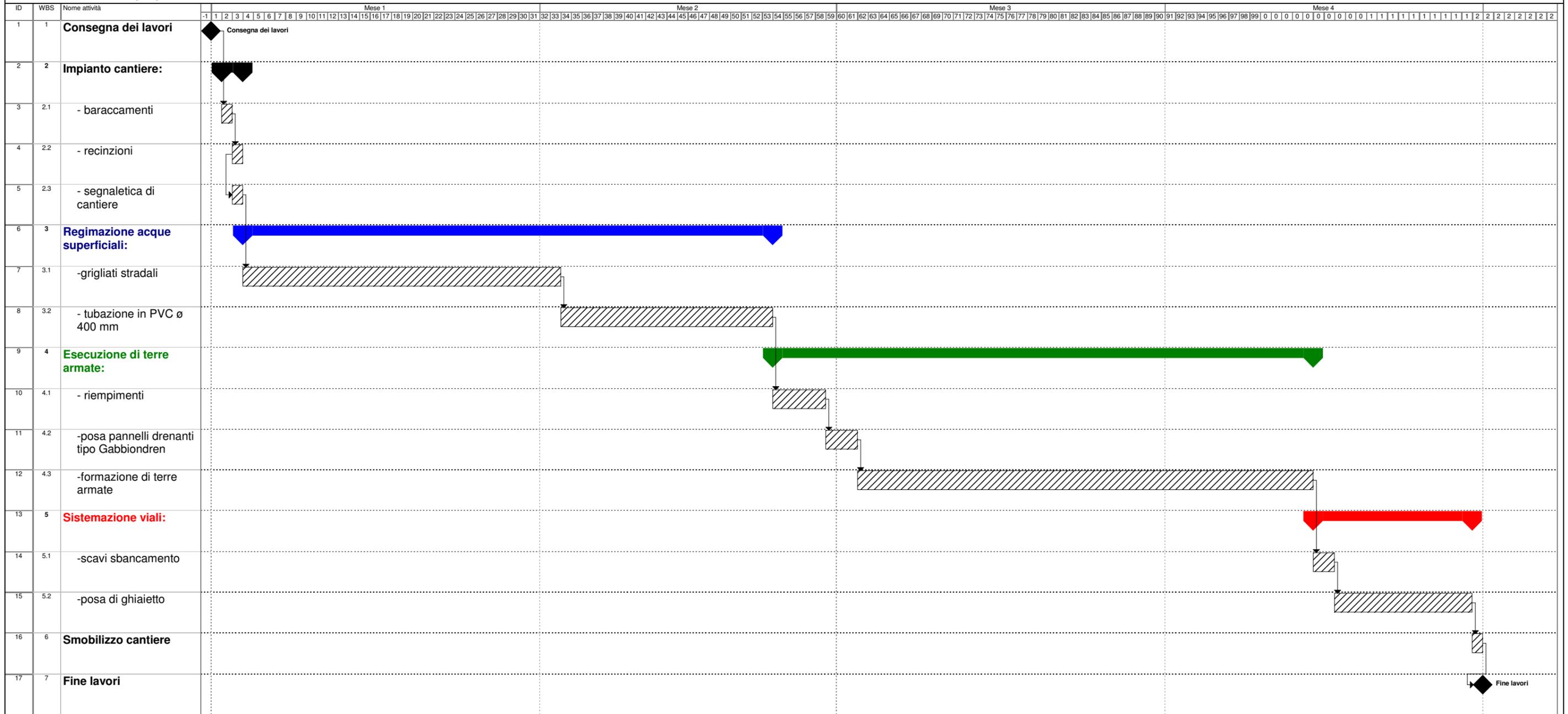
Oggetto della tavola  
**Cronoprogramma**

Scala Data  
 Novembre 2015

Livello Progettazione **ESECUTIVO** **GEOTECNICO**

Codice GULP 13937 Codice PROGETTAZIONE 11.01.00 Codice OPERA Codice ARCHIVIO

Tavola N°  
**Da04**  
**E-G\_Tec**



01	11/2015	PRIMA EMISSIONE	Geom. Terenzio	Geol. Caggia	Geol. Caggia Geol. Grassano	Geol. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

# COMUNE DI GENOVA



## AREA TECNICA

Direttore Generale Area Arch. Laura PETACCHI

## DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

Direttore Arch. Mirco GRASSI

## STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA

Responsabile Geol. Giorgio GRASSANO

Committente PARCHI E VERDE - OPERE PUBBLICHE 3

Progetto 11.01.00

CAPO PROGETTO Geol. Giuseppe CAGGIA

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO Arch. Ines MARASSO

Progetto GEOTECNICO - IDROGEOLOGICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Geol. Giuseppe Caggia  
Geol. Antonietta Franzè  
Geom. Enrico Ballarino

Rilievi  
 Responsabile F.D.T. Geom. Ivano Bareggi  
 Collaboratori F.S.T. Geom. Bartolomeo Caviglia  
I.S.T. Dott. Matteo Previtera

Progetto IDRAULICO  
 Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
 Collaboratori Ing. Marianna Reggio

Coordinatore per la Sicurezza (in fase di Progettazione) I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Progetto STRUTTURALE  
 Responsabile ---  
 Collaboratori ---

Verifica accessibilità

Computi metrici e Capitolato F.D.T. Geol. Giorgio Grassano  
I.S.T. Geom. Marco Terenzio

Altro (Progetto prevenzione incendi)

Altro (Progetto aspetti vegetazionali)

Intervento/Opera  
 Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S.Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina

Municipio Centro Est I

Quartiere Oregina 11

N° prog. tav. N° tot. tav.

Oggetto della tavola  
 Quadro Incidenza Manodopera

Scala Data  
 Novembre 2015

Livello Progettazione ESECUTIVO GEOTECNICO

Codice GULP 13937 Codice PROGETTAZIONE 11.01.00 Codice OPERA Codice ARCHIVIO

Tavola N°  
**Da06**  
**E-G\_Tec**

Completamento degli interventi di messa in sicurezza del Rio S. Ugo in corrispondenza dei Giardini di Via Casaccia a Genova Oregina

### QUADRO INCIDENZA DELLA MANODOPERA

CATEGORIE DI LAVORAZIONI		Euro	IMPORTO LAVORI	INCIDENZA MANODOPERA	Incidenza della manodopera %
OG 13	Opere di ingegneria naturalistica	Euro	144.397,24	46.425,90	32,15%
OG 8	Opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica	Euro	23.172,29	6.359,19	27,44%
OS 1	Lavori in terra	Euro	15.193,63	10.929,35	71,93%
OG 3	Strade	Euro	35.526,46	24.211,94	68,15%
<b>A</b>	<b>Totale</b>	<b>Euro</b>	<b>218.289,62</b>	<b>87.926,38</b>	<b>37,42%</b>

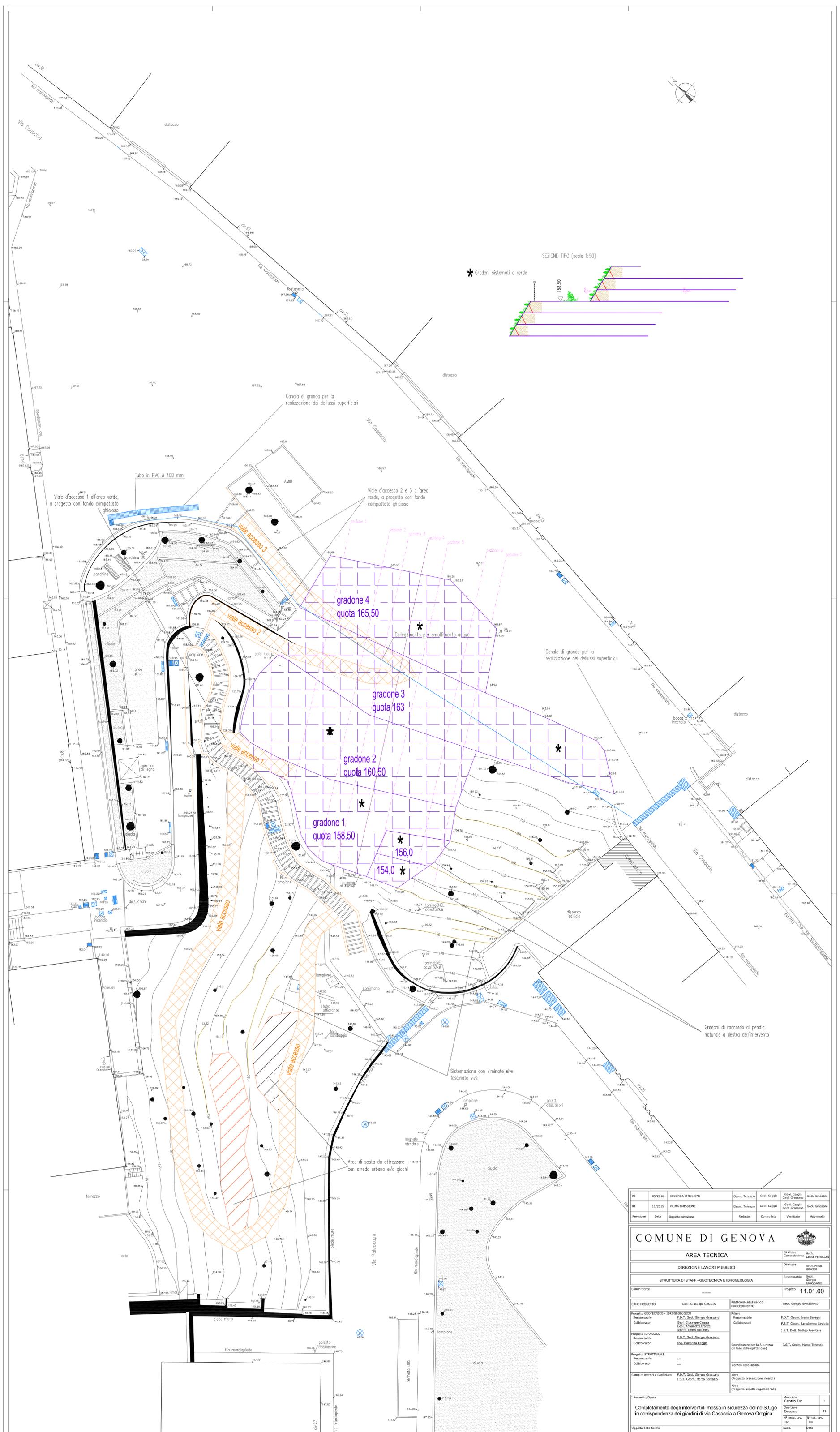


02	05/2016	SECONDA EMISSIONE	Geom. Terenzi	Geom. Caglia	Geom. Caglia	Geom. Grassano
01	11/2015	PRIMA EMISSIONE	Geom. Terenzi	Geom. Caglia	Geom. Caglia	Geom. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

<b>COMUNE DI GENOVA</b>			
<b>AREA TECNICA</b>		Direttore Generale Area Arch. Laura PETACCHI	
<b>DIREZIONE LAVORI PUBBLICI</b>		Direttore Arch. Mirco GRASSANO	
<b>STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA</b>		Responsabile Geom. Giorgio GRASSANO	
Committere		Progetto <b>11.01.00</b>	
<b>CAPO PROGETTO</b>	Geom. Giuseppe CAGGIA	<b>RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO</b>	Geom. Giorgio GRASSANO
<b>Progetto GEOTECNICO - IDROGEOLOGICO</b>	Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano Collaboratori Geom. Giuseppe Caglia Geom. Antonino Frangi Geom. Enrico Bellano	<b>Autore</b>	Responsabile F.D.T. Geom. Ivano Baraggi Collaboratori F.S.T. Geom. Bartolomeo Civiglia I.S.T. Dott. Matteo Previtera
<b>Progetto IDRAULICO</b>	Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano Collaboratori Ing. Marianna Reggalo	<b>Coordinate per la Sicurezza (in fase di Progettazione)</b>	I.S.T. Geom. Marco Terenzi
<b>Progetto STRUTTURALE</b>	Responsabile Collaboratori ---	<b>Altro (Progetto prevenzione incendi)</b>	---
<b>Computi metrici e Capibasta</b>	F.D.T. Geol. Giorgio Grassano I.S.T. Geom. Marco Terenzi	<b>Altro (Progetto aspetti vegetazionali)</b>	---

<b>Intervento/Opera</b>	Completamento degli interventi di messa in sicurezza del rio S.Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina	Municipio	Centro Est	I
<b>Quartiere</b>	Oregina			13
<b>N° prog. Inv.</b>	01	<b>N° dit. Inv.</b>	04	
<b>Scale</b>	1:100	<b>Data</b>	Maggio 2016	
<b>Avviso N°</b>	<b>01</b>			

<b>Planimetria stato attuale</b>			<b>E-G_Tec</b>	
<b>Livello Progettazione</b>	ESECUTIVO	GEOTECNICO		
<b>Codice GUP</b>	13937	<b>Codice PROIEZIONE</b>	11.01.00	<b>Codice OPERA</b>
<b>Codice ARCHIVIO</b>				



02	05/2016	SECONDA EMISSIONE	Geom. Terezio	Geom. Caglia	Geom. Caglia	Geom. Grassano
01	11/2015	PRIMA EMISSIONE	Geom. Terezio	Geom. Caglia	Geom. Caglia	Geom. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

<b>COMUNE DI GENOVA</b>		
<b>AREA TECNICA</b>		Direttore Generale Area Arch. Laura PETACCHI
<b>DIREZIONE LAVORI PUBBLICI</b>		Direttore Arch. Mirco GRASSANO
<b>STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA</b>		Responsabile Geom. Giorgio GRASSANO
Committente	Progetto <b>11.01.00</b>	

<b>CAPO PROGETTO</b>	Geom. Giuseppe CAGGIA	<b>RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO</b>	Geom. Giorgio GRASSANO
<b>Progetto GEOTECNICO - IDROGEOLOGICO</b>	Responsabile F.D.T. Geom. Giorgio Grassano Collaboratori Geom. Giuseppe Caglia Geom. Antonino Franco Geom. Enrico Bellano	<b>Autore</b>	Responsabile F.D.T. Geom. Ivano Baraggi Collaboratori F.S.T. Geom. Bartolomeo Caviglia I.S.T. Dott. Matteo Previtera
<b>Progetto IDRAULICO</b>	Responsabile F.D.T. Geom. Giorgio Grassano Collaboratori Ing. Marianna Reggalo	<b>Coordinatore per la Sicurezza (in fase di progettazione)</b> I.S.T. Geom. Marco Terezio	
<b>Progetto STRUTTURALE</b>	Responsabile Collaboratori ---	<b>Verifica accessibilità</b> Altre (Progetto prevenzione incendi) Altre (Progetto aspetti vegetazionali)	
<b>Computi metrici e Capitolato</b>	F.D.T. Geom. Giorgio Grassano I.S.T. Geom. Marco Terezio		

<b>Intervento/Opera</b>	<b>Completamento degli interventi messi in sicurezza del rio S.Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina</b>	<b>Municipio</b>	Centro Est	I
<b>Oggetto della tavola</b>	<b>Planimetria stato progetto</b>	<b>Quartiere</b>	Oregina	11
<b>Scala</b>	1:100	<b>N° fog. inv.</b>	04	N° fog. inv. 02
<b>Scale</b>	1:100	<b>Data</b>	Maggio 2016	

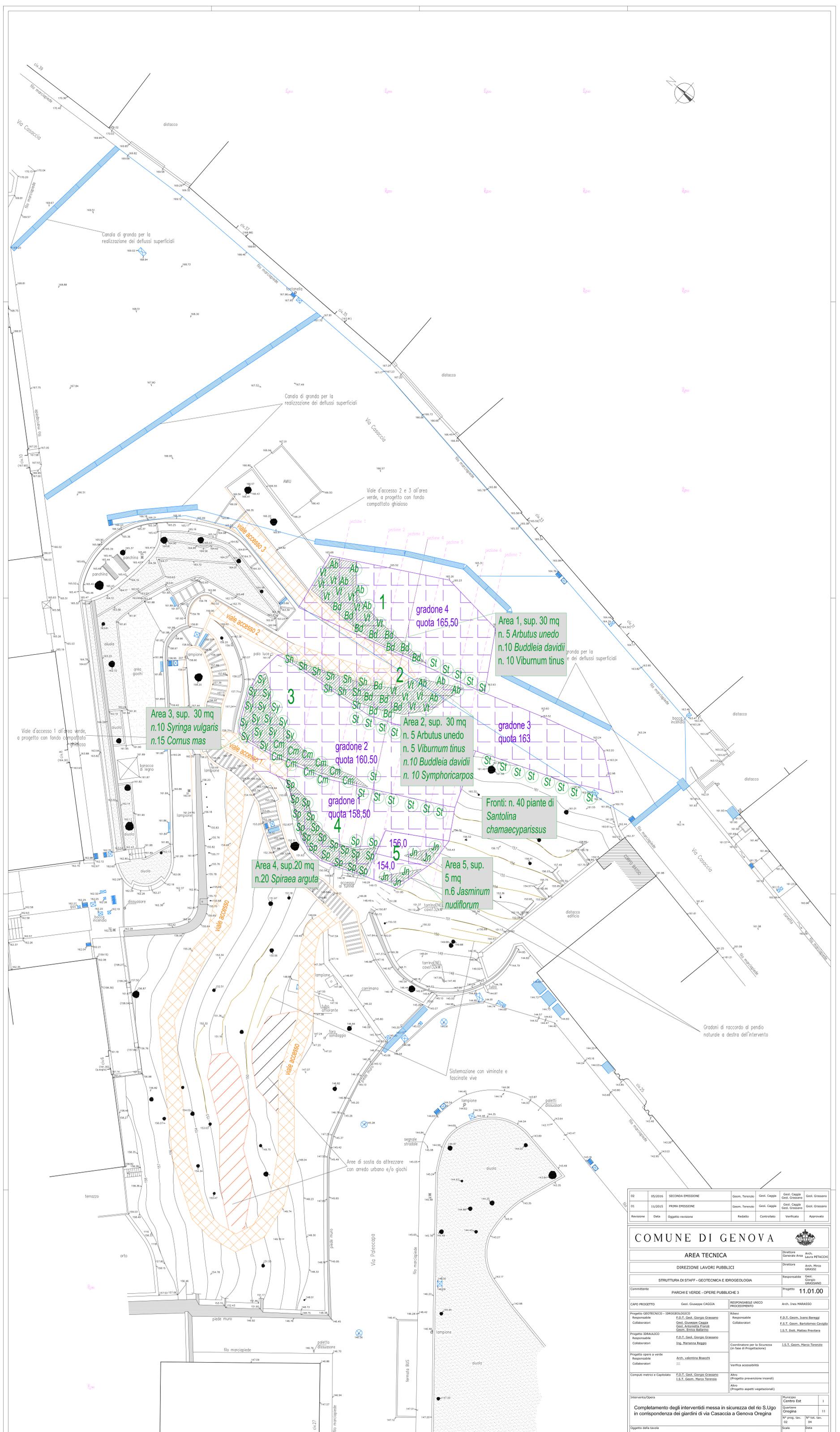
  

<b>Avviso N°</b>	<b>02</b>		
<b>Progettazione</b>	<b>ESECUTIVO</b>	<b>GEOTECNICO</b>	
Codice QUOT. 13937	Codice PROGETTAZIONE 11.01.00	Codice OPERA	Codice ARCHIVIO

N.B.: Le quote altimetriche sono riferite alla C.T.C. in scala 1:1000 del Comune di Genova  
Elaborato di proprietà del Comune di Genova







02	05/2016	SECONDA EMISSIONE	Geom. Terenzi	Geol. Caglia	Geol. Caglia Geol. Grassano	Geol. Grassano
01	12/2015	PRIMA EMISSIONE	Geom. Terenzi	Geol. Caglia	Geol. Caglia Geol. Grassano	Geol. Grassano
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

<b>COMUNE DI GENOVA</b>		
<b>AREA TECNICA</b>		Direttore Arch. Laura PETACCHI
<b>DIREZIONE LAVORI PUBBLICI</b>		Direttore Arch. Marco GRASSANO
<b>STRUTTURA DI STAFF - GEOTECNICA E IDROGEOLOGIA</b>		Responsabile Geom. Giorgio GRASSANO
<b>PARCHI E VERDE - OPERE PUBBLICHE 3</b>		Progetto <b>11.01.00</b>
<b>CAPO PROGETTO</b> Geom. Giuseppe CAGGIA		<b>RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO</b> Arch. Ines MARASSO
Progetto GEOTECNICO - IDROGEOLOGICO Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano Collaboratori Geol. Giuseppe Caglia Geol. Alessandra Franz Geom. Enrico Bellarino		Rilievi Responsabile F.D.T. Geom. Ivano Benigni Collaboratori F.S.T. Geom. Bartolomeo Cavaglia I.S.T. Dott. Matteo Previtera
Progetto IDRAULICO Responsabile F.D.T. Geol. Giorgio Grassano Collaboratori Ing. Maranna Reggio		Coordinatore per la Sicurezza (ex fase di Progettazione) I.S.T. Geom. Marco Terenzi
Progetto opere a verde Responsabile Arch. Valentina Beacchi Collaboratori ---		Verifica accessibilità
Computi metri e Capilavoro F.D.T. Geol. Giorgio Grassano I.S.T. Geom. Marco Terenzi		Altro (Progetto prevenzione incendi) Altro (Progetto aspetti vegetazionali)

Intervento/Opera	Completamento degli interventi messa in sicurezza del rio S.Ugo in corrispondenza dei giardini di via Casaccia a Genova Oregina		Municipio Centro Est	1
Oggetto della tavola	Ubicazione delle opere a verde		Quartiere Oregina	11
			N° prog. Serv. 02	N° lot. Serv. 04
			Scala	Data
			1:100	Maggio 2016

Livello Progettazione	ESECUTIVO	GEOTECNICO
Codice QUAD	13937	Codice OPERA
	11.01.00	Codice ARCHIVIO

N.B.: Le quote altimetriche sono riferite alla C.T.C. in scala 1:1000 del Comune di Genova  
Elaborato di proprietà del Comune di Genova