



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

## **CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**

LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA  
DEL TORRENTE CHIARAVAGNA IN CORRISPONDENZA  
DELL'AREA ILVA

(PARTE A CORPO PARTE A MISURA)

*Il redattore*

---

*Il progettista*

---

*Il Responsabile del Procedimento*

---



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**INDICE**

<b>PARTE I – DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI.....</b>	<b>14</b>
Art. 1) Oggetto dell'appalto.....	14
Art. 2) Definizione economica dell'appalto.....	14
Art. 3) Definizione tecnica dell'oggetto dell'appalto .....	16
Art. 4) Qualificazione.....	16
Art. 5) Interpretazione del progetto .....	17
Art. 6) Documenti che fanno parte del contratto .....	17
Art. 7) Disposizioni particolari riguardanti l'appalto.....	20
Art. 8) Documentazione propedeutica per la consegna dei lavori.....	20
Art. 9) Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore.....	20
Art. 10) Valutazione dei lavori a corpo.....	21
Art. 11) Valutazione dei lavori a misura.....	21
Art. 12) Valutazione dei lavori in economia.....	22
Art. 13) Norme di sicurezza.....	22
Art. 14) Subappalto.....	24
Art. 15) Responsabilità in materia di subappalto.....	24
Art. 16) Risoluzione del contratto - Esecuzione d'ufficio dei lavori .....	25
Art. 17) Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore .....	26
Art. 17bis) Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore in materia di monitoraggio immobili.....	30
Art. 17ter) Oneri ed obblighi a carico dell'appaltatore in materia di gestione e trasporto dei materiali di risulta.....	31
Art. 17quater) Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore relativamente alla gestione dell'allerta meteo.....	31
Art. 17quinques) Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore relativamente alla realizzazione e alla sorveglianza dell'accesso carraio.....	32
Art. 17sexies) Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore relativamente alla sistemazione finale dell'area ilva e piaggio.....	33
<b>PARTE II – ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE .....</b>	<b>34</b>
Art. 18) Accettazione .....	34
Art. 19) Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali.....	34
Art. 20) Impiego di materiali o componenti di minor pregio .....	34
Art. 21) Impiego di materiali riciclati e di terre e rocce da scavo .....	34
21).1 Materiali riciclati.....	34
21).2 Riutilizzo della terra di scavo .....	35
21).3 Terre e rocce da scavo .....	35
Art. 22) Norme di riferimento e marcatura CE .....	36
Art. 23) Provvista dei materiali .....	36
Art. 24) Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto .....	37
Art. 25) Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche.....	37
Art. 26) Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati .....	37
<b>PARTE III – MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE .....</b>	<b>38</b>
Art. 27) Materiali e Prodotti per uso strutturale.....	38
27).1 Identificazione, certificazione e accettazione .....	38
27).2 Procedure e prove sperimentali d'accettazione.....	38
27).3 Procedure di controllo di produzione in fabbrica.....	39
Art. 28) Componenti del calcestruzzo .....	39
28).1 Leganti per opere strutturali.....	39
28).1.1 Fornitura .....	39
28).1.2 Marchio di conformità .....	39



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

28).1.3	Metodi di prova .....	41
28).2	Aggregati .....	42
28).2.1	Sistema di attestazione della conformità .....	43
28).2.2	Marcatura CE.....	43
28).2.3	Controlli d'accettazione .....	43
28).2.4	Sabbia.....	44
28).2.5	Norme per gli aggregati per la confezione di calcestruzzi.....	44
28).2.6	Norme di riferimento per gli aggregati leggeri.....	45
28).3	Aggiunte .....	45
28).3.1	Ceneri volanti.....	45
28).3.2	Microsilice.....	46
28).4	Additivi .....	47
28).4.1	Additivi acceleranti .....	47
28).4.2	Additivi ritardanti.....	48
28).4.3	Additivi antigelo .....	48
28).4.4	Additivi fluidificanti e superfluidificanti .....	48
28).4.5	Additivi aeranti .....	49
28).5	Agenti espansivi .....	50
28).6	Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo.....	51
28).7	Prodotti disarmanti .....	52
28).8	Acqua di impasto.....	52
28).9	Classi di resistenza del conglomerato cementizio.....	53
28).9.1	Classi di resistenza .....	53
28).9.2	Costruzioni di altri materiali.....	54
28).10	Acciaio per cemento armato.....	54
28).10.1	Forme di controllo obbligatorie.....	54
28).10.2	Marcatura e rintracciabilità dei prodotti qualificati.....	54
28).10.3	Identificazione del produttore .....	56
28).10.4	Identificazione della classe tecnica .....	56
28).10.5	Caso della unità marcata scorporata. Ulteriori indicazioni del Direttore dei Lavori per le prove di laboratorio .....	57
28).10.6	Conservazione della documentazione d'accompagnamento .....	57
28).10.7	Forniture e documentazione di accompagnamento: Attestato di qualificazione .....	58
28).10.8	Centri di trasformazione.....	58
28).10.9	Rintracciabilità dei prodotti.....	58
28).10.10	Documentazione di accompagnamento e verifiche del Direttore dei Lavori.....	58
28).11	Tipi d'acciaio per cemento armato.....	59
28).11.1	Acciaio per cemento armato B450C .....	59
28).11.2	Acciaio per cemento armato B450A.....	59
28).11.3	Accertamento delle proprietà meccaniche .....	60
28).11.4	Prova di piegamento.....	60
28).11.5	Prova di trazione .....	60
28).11.6	Caratteristiche dimensionali e di impiego .....	61
28).11.7	Sagomatura ed impiego.....	61
28).11.8	Reti e Tralicci elettrosaldati.....	62
28).11.9	Marchiatura di identificazione .....	62
28).11.10	Saldabilità.....	63
28).11.11	Tolleranze dimensionali.....	64
28).11.12	Procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario, barre e rotoli.....	64
28).12	Acciaio per strutture metalliche .....	67
28).12.1	Generalità.....	67
28).12.2	Acciaio per getti.....	69
28).12.3	Acciaio per strutture saldate .....	69



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

28).13	Bulloni e chiodi.....	71
28).13.1	Bulloni .....	71
28).13.2	Bulloni per giunzioni ad attrito .....	72
28).14	Connettori a piolo .....	72
28).15	Impiego di Acciai Inossidabili.....	73
28).16	Specifiche per gli acciai da carpenteria in zona sismica .....	73
28).17	Procedure di controllo su acciai da carpenteria.....	73
28).17.1	Controlli in stabilimento di produzione.....	73
28).17.2	Controlli nei centri di trasformazione .....	76
28).18	Muratura portante.....	80
28).19	Malte per muratura e ripristini di strutture in cemento armato.....	80
28).20	Elementi costruttivi prefabbricati.....	80
28).21	Procedure di qualificazione.....	80
28).22	Documenti di accompagnamento della fornitura. Verifiche del Direttore dei Lavori.....	80
28).23	Norme complementari relative alle strutture prefabbricate .....	80
28).24	Elementi per solai misti in cemento armato .....	80
28).25	Solai misti di c.a., c.a.p. e blocchi diversi dal laterizio .....	81
28).26	Solai realizzati con l'associazione di prefabbricati in c.a., c.a.p. ....	81
28).27	Elementi strutturali composti di acciaio e calcestruzzo .....	81
28).28	Appoggi strutturali .....	81
<b>PARTE IV – MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO E IMPIANTISTICA.....</b>		<b>82</b>
Art. 29)	Laterizi .....	82
Art. 30)	Manufatti di pietre naturali o ricostruite.....	82
Art. 32)	Prodotti per pavimentazione e controsoffitti.....	82
Art. 33)	Prodotti per Rivestimenti interni ed esterni .....	82
Art. 34)	Prodotti Vernicianti.....	82
Art. 35)	Prodotti e materiali per partizioni interne e pareti esterne .....	82
Art. 36)	Impermeabilizzazioni.....	82
Art. 37)	Infissi .....	82
Art. 38)	Porte e Chiusure Resistenti al Fuoco .....	83
Art. 39)	Tubazioni per impianti di adduzione dell'acqua, gas, fognature, ecc... ..	83
39).1	Generalità.....	83
39).2	Tubi in acciaio.....	83
39).2.1	Tolleranze.....	84
39).3	Tipologie tubi .....	84
39).3.1	Tubi senza saldatura .....	85
39).3.2	Tubi con saldatura .....	85
39).3.3	Designazione e marcatura dei materiali .....	85
39).3.4	Rivestimento interno .....	86
39).3.5	Rivestimento esterno.....	86
39).4	Tubazioni in pvc.....	88
39).4.1	Tubazioni per adduzione d'acqua .....	88
39).4.2	Composizione di pvc-u .....	89
39).4.3	Aspetto e colore dei tubi.....	90
39).4.4	Caratteristiche meccaniche .....	90
39).4.5	Caratteristiche geometriche.....	91
39).4.6	Spessori di parete e relative tolleranze .....	92
39).4.7	Estremità dei tubi per giunti con guarnizione o incollati.....	92
39).4.8	Guarnizioni di tenuta.....	92
39).4.9	Marcatura .....	92
Art. 40)	Tubazioni per fognature e scarichi interrati non in pressione .....	93
40).1	Requisiti della materia prima dei tubi e dei raccordi.....	93



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

40).2	Caratteristiche dei tubi.....	94
40).3	Raccordi .....	94
40).4	Dimensioni dei tubi.....	95
40).5	Marcatura .....	96
40).6	Sistema qualità e certificazioni.....	97
Art. 41)	Tubazioni per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) nei fabbricati .....	97
Art. 42)	Tubi in Materiali Polimerici.....	97
42).1	Tubi in polietilene (pe) .....	97
42).1.1	Composizione del pe .....	97
42).1.2	Codice dell'area di applicazione.....	98
42).1.3	Aspetto e colore dei tubi.....	98
42).1.4	Tubi in rotoli .....	98
42).1.5	Spessore di parete.....	98
42).1.6	Tipi di raccordo.....	98
42).1.7	Marcatura e denominazione .....	99
42).2	Tubi in Polietilene reticolato (pe-x) .....	101
42).3	Tubi in Polipropilene (pp) .....	101
42).3.1	Aspetto.....	101
42).3.2	Marcatura .....	101
42).3.3	Stoccaggio, movimentazione e trasporto .....	102
Art. 43)	Installazione di tubi in pvc-u, in polietilene pe e in polipropilene pp.....	103
43).1	Giunzioni ad anello elastomerico .....	103
43).2	Giunzioni ad incollaggio .....	103
43).3	Giunzioni per saldatura .....	103
Art. 44)	Tubi e raccordi in ghisa sferoidale .....	104
44).1	Rivestimento interno.....	104
44).2	Rivestimento esterno.....	105
44).3	Protezione esterna in polietilene .....	105
44).4	Raccordi .....	105
44).5	Requisiti di accettazione.....	105
44).6	Valvole .....	106
44).7	Marcatura dei tubi e dei raccordi.....	106
<b>PARTE V – NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>108</b>	
Art. 45)	Rilievi, Tracciamenti e Capisaldi.....	108
45).1	Rilievi.....	108
45).2	Tracciamenti .....	108
45).3	Capisaldi di livellazione .....	108
45).4	Strumentazione .....	108
45).5	Programma esecutivo dei lavori.....	109
Art. 46)	Oneri a carico dell'appaltatore - Impianto del cantiere e ordine dei lavori.....	109
46).1	Impianto del cantiere .....	109
46).2	Vigilanza del cantiere.....	109
46).3	Locale ufficio di Direzione dei Lavori.....	110
46).4	Ordine dell'esecuzione dei lavori .....	110
46).5	Fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori .....	110
46).6	Cartelli indicatori.....	110
46).7	Oneri per le pratiche amministrative.....	111
46).8	Osservanza di leggi e norme tecniche .....	111
46).8.1	Testo unico edilizia .....	111
46).8.2	Norme tecniche strutturali.....	111
46).8.3	Prodotti da costruzione.....	112
46).8.4	Prevenzione incendi.....	113
46).8.5	Impianti all'interno degli edifici.....	114



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

46).8.6	Rendimento energetico nell'edilizia .....	114
46).8.7	Barriere architettoniche .....	114
46).8.8	Espropriazione per pubblica utilità .....	114
46).8.9	Rifiuti e ambiente .....	114
46).8.10	Acque.....	115
46).8.11	Beni culturali e del paesaggio.....	115
46).8.12	Codice della strada .....	115
46).8.13	Contratti pubblici.....	115
46).8.14	Sicurezza nei luoghi di lavoro.....	115
46).9	Integrazione del piano di manutenzione dell'opera .....	116
<b>PARTE VI – MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE.....</b>		<b>117</b>
Art. 47)	Demolizioni .....	117
47).1	Interventi preliminari .....	117
47).2	Sbarramento della zona di demolizione.....	117
47).3	Idoneità delle opere provvisoriale.....	117
47).4	Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione.....	118
47).5	Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta .....	118
47).6	Proprietà degli oggetti ritrovati.....	118
47).7	Proprietà dei materiali da demolizione .....	118
47).8	Demolizione per rovesciamento.....	119
Art. 48)	Scavi e sbancamenti .....	119
48).1	Generalità.....	119
48).2	Ricognizione .....	119
48).3	Smacchiamento dell'area.....	119
48).4	Riferimento ai disegni di progetto esecutivo .....	119
48).5	Splateamento e sbancamento .....	119
48).6	Scavi a sezione obbligata .....	120
48).7	Scavi in presenza d'acqua .....	120
48).8	Impiego di esplosivi.....	121
48).9	Deposito di materiali in prossimità degli scavi .....	121
48).10	Presenza di gas negli scavi .....	121
48).11	Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi .....	121
48).12	Manutenzione degli scavi.....	121
48).13	Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi.....	122
48).14	Riparazione di sottoservizi .....	122
Art. 49)	Rilevati e rinterri .....	122
Art. 50)	Paratie e diaframmi .....	123
	Palancole metalliche .....	123
Art. 51)	Fondazioni dirette .....	124
51).1	Scavi di fondazione.....	124
51).2	Corrispondenza tra caratterizzazione geotecnica “di progetto” e situazione effettiva.....	124
51).3	Magrone .....	124
Art. 52)	Micropali.....	124
52).1	Generalità.....	124
52).2	Tolleranze geometriche.....	125
52).3	Modalità esecutive .....	125
52).4	Formazione del fusto del micropalo .....	125
52).5	Micropali a bassa pressione .....	126
52).6	Micropali con iniezione ad alta pressione .....	126
52).7	Armature metalliche.....	127
52).8	Controlli e documentazione dei lavori .....	127
Art. 53)	Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo .....	127



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

53).1	Calcestruzzo per getti semplici ed armati.....	127
53).1.1	Studio e accettazione della composizione del calcestruzzo .....	127
53).1.2	Composizione granulometrica.....	128
53).1.3	Contenuto di cemento .....	129
53).1.4	Contenuto di acqua di impasto.....	129
53).1.5	Contenuto d'aria inglobata .....	130
53).1.6	Resistenze meccaniche .....	130
53).2	Confezione e trasporto del calcestruzzo per strutture in calcestruzzo semplice e armato .....	131
53).2.1	Attrezzatura di cantiere.....	131
53).2.2	Confezione del calcestruzzo.....	131
53).2.3	Tempo di mescolamento .....	132
53).2.4	Trasporto del calcestruzzo.....	132
53).2.5	Documenti di consegna.....	133
53).3	getto del calcestruzzo per strutture in calcestruzzo semplice e armato .....	133
53).3.1	Programma dei getti .....	133
53).3.2	Modalità esecutive e verifica della corretta posizione delle armature .....	134
53).3.3	Realizzazione delle gabbie delle armature per cemento armato .....	134
53).3.4	Ancoraggio delle barre e loro giunzioni.....	135
53).3.5	Getto del calcestruzzo ordinario.....	135
53).3.6	Getto del calcestruzzo autocompattante .....	136
53).3.7	Getti in climi freddi .....	137
53).3.8	Getti in climi caldi .....	138
53).3.9	Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito.....	139
53).4	Compattazione del calcestruzzo .....	141
53).4.1	Compattazione mediante vibrazione .....	141
53).5	Stagionatura.....	143
53).5.1	Prescrizioni per una corretta stagionatura .....	143
53).5.2	Protezione in generale.....	143
53).5.3	Protezione termica durante la stagionatura.....	144
53).5.4	Durata della stagionatura .....	145
53).5.5	Controllo della fessurazione superficiale .....	146
53).5.6	Maturazione accelerata con getti di vapore saturo.....	146
53).6	Casseforme e puntelli per strutture in calcestruzzo semplice e armato.....	147
53).6.1	Caratteristiche delle casseforme .....	147
53).6.2	Casseforme speciali .....	148
53).6.3	Casseforme in legno.....	149
53).6.4	Pulizia e trattamento .....	150
53).6.5	Legature delle casseforme e distanziatori delle armature.....	150
53).6.6	Strutture di supporto .....	151
53).6.7	Giunti tra gli elementi di cassaforma .....	151
53).6.8	Predisposizione di fori, tracce, cavità .....	152
53).6.9	Linee generali per il disarmo delle strutture in cemento armato .....	152
53).6.10	Disarmanti .....	153
53).6.11	Ripristini e stuccature .....	153
53).6.12	Caricamento delle strutture disarmate .....	153
53).6.13	Prescrizioni specifiche per il calcestruzzo a faccia vista .....	153
53).6.14	Difetti superficiali delle strutture, cause e rimedi .....	154
Art. 54)	Armature minime e limitazioni geometriche delle strutture in C.A.....	161
54).1	Generalità.....	161
54).1.1	Armatura minima delle travi.....	161
54).1.2	Armatura minima dei pilastri.....	162
54).1.3	Copriferro e interferro .....	162
54).1.4	Dettagli costruttivi.....	163



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

54).1.5	Limitazioni geometriche .....	163
54).1.6	Limitazioni di Armatura .....	163
Art. 55)	Esecuzione di strutture in acciaio .....	163
55).1	Composizione degli elementi strutturali .....	163
55).1.1	Spessori limite .....	163
55).1.2	Problematiche specifiche .....	163
55).1.3	Giunti di tipo misto .....	164
55).2	Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza.....	164
55).2.1	Serraggio dei bulloni .....	164
55).2.2	Prescrizioni particolari .....	164
55).3	Unioni saldate .....	164
55).4	Apparecchi di appoggio.....	166
55).5	Verniciatura e zincatura.....	167
Art. 56)	Esecuzione di strutture composte di acciaio e calcestruzzo .....	167
Art. 57)	Opere di impermeabilizzazione.....	168
Art. 58)	Esecuzione delle pareti esterne e delle partizioni interne .....	168
Art. 59)	Esecuzione di intonaci .....	168
Art. 60)	Esecuzione di Pavimentazioni .....	168
60).1	Definizioni.....	168
60).2	Pavimentazione su strato portante .....	168
60).3	Pavimentazione su terreno .....	168
60).4	Realizzazione degli strati portanti .....	168
60).5	Materiali per pavimentazioni su terreno .....	169
60).6	Esecuzione delle pavimentazioni interne con collante.....	169
60).7	Soglie e davanzali .....	170
60).8	Zoccolino battiscopa .....	170
60).9	Rivestimento dei gradini.....	170
60).10	Controlli del direttore dei lavori.....	170
Art. 61)	Verniciature e tinteggiature .....	170
<b>PARTE VII – MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI.....</b>		<b>171</b>
Art. 62)	Sistemi di collegamento degli impianti alle strutture .....	171
Art. 63)	Impianti idrico-sanitari .....	171
Art. 64)	Rete di scarico delle acque reflue .....	171
Art. 65)	Rete di scarico delle acque Piovane .....	171
Art. 66)	Impianti Elettrici.....	171
<b>PARTE VIII – OPERE FOGNARIE, STRADALI E DI ILLUMINAZIONE .....</b>		<b>172</b>
Art. 67)	Collocazione di tubazioni .....	172
67).1	Scavi delle trincee, coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette per la posa in opera delle tubazioni.....	172
67).1.1	Generalità.....	172
67).1.2	Interferenze con edifici .....	172
67).1.3	Attraversamenti di manufatti.....	173
67).1.4	Interferenze con servizi pubblici sotterranei .....	173
67).1.5	Letto di posa per le tubazioni.....	174
67).1.5.1	Appoggio su suoli naturali.....	174
67).1.5.2	Appoggio su materiale di riporto .....	174
67).1.5.3	Appoggio su calcestruzzo .....	175
67).1.5.4	Camicia in calcestruzzo.....	175
67).2	Modalità esecutive per la posa in opera di tubazioni .....	176
67).2.1	Controllo e pulizia dei tubi .....	176
67).2.2	Nicchie in corrispondenza dei giunti .....	176
67).2.3	Continuità del piano di posa .....	176
67).2.4	Protezione catodica delle tubazioni metalliche .....	176



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

67).2.5	Tubi danneggiati durante la posa in opera .....	176
67).2.6	Piano di posa .....	177
67).2.7	Modalità di posa in opera .....	177
67).3	Rinterro delle tubazioni .....	178
67).3.1	Generalità .....	178
67).3.2	Esecuzione del rinterro .....	178
67).3.3	Raccomandazioni per la compattazione .....	180
Art. 68)	Realizzazione di opere stradali .....	180
68).1	Sovrastruttura stradale .....	180
68).1.1	Definizione .....	180
68).2	Strati della sovrastruttura .....	181
68).2.1	Strato superficiale .....	181
68).2.2	Strato di base .....	181
68).2.3	Strato di fondazione .....	181
68).2.4	Strati accessori .....	181
68).3	Tipi di sovrastrutture .....	181
68).3.1	Sovrastruttura flessibile .....	182
68).3.2	Sovrastruttura rigida .....	182
68).3.3	Sovrastruttura semirigida .....	182
68).3.4	Sovrastruttura rigida polifunzionale .....	182
68).4	Sottofondo .....	183
68).4.1	Definizione .....	183
68).4.2	Sottofondo migliorato o stabilizzato .....	183
68).5	Trattamenti .....	184
68).5.1	Trattamento superficiale .....	184
68).5.2	Trattamento di ancoraggio .....	184
68).5.3	Trattamento di impregnazione .....	184
68).5.4	Trattamento di penetrazione .....	184
68).6	Tipi particolari di pavimentazioni o di strati .....	184
68).6.1	Pavimentazione ad elementi discontinui .....	184
68).6.2	Pavimentazione di blocchetti prefabbricati o masselli autobloccanti di calcestruzzo .....	184
68).6.3	Massicciata .....	185
Art. 69)	Misti cementati per strati fondazione e di base .....	185
69).1	Generalità .....	185
69).2	Materiali costituenti e loro qualificazione .....	185
69).2.1	Aggregati .....	185
69).2.2	Cemento .....	186
69).2.3	Acqua .....	186
69).2.4	Aggiunte .....	186
69).2.5	Miscele .....	187
69).3	Accettazione delle miscele .....	187
69).4	Confezionamento delle miscele .....	188
69).4.1	Preparazione delle superfici di stesa .....	188
69).5	Posa in opera delle miscele .....	188
69).6	Protezione superficiale dello strato finito .....	188
69).7	Controlli .....	189
Art. 70)	Misti granulari per strati di fondazione .....	190
70).1	Generalità .....	190
70).2	Materiali .....	190
70).2.1	Aggregati .....	190
70).2.2	Miscele .....	191
70).3	Accettazione del misto granulare .....	192
70).4	Confezionamento del misto granulare .....	192



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

70).5	Posa in opera del misto granulare .....	192
70).6	Controlli.....	193
70).6.1	Materiali .....	193
70).6.2	Miscele.....	194
70).6.3	Costipamento.....	194
70).6.4	Portanza .....	194
70).6.5	Sagoma .....	194
Art. 71)	Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali con e senza riciclato per strato di base .....	195
71).1	Generalità.....	195
71).2	Materiali costituenti e loro qualificazione .....	195
71).2.1	Legante.....	195
71).2.2	Additivi .....	195
71).2.3	Aggregati .....	196
71).2.4	Miscele.....	198
71).2.5	Accettazione delle miscele .....	199
71).2.6	Confezionamento delle miscele .....	200
71).2.7	Preparazione delle superfici di stesa.....	200
71).2.8	Posa in opera delle miscele.....	202
71).2.9	Controlli.....	203
Art. 72)	Opere d'arte stradali.....	203
72).1	Caditoie Stradali .....	203
72).2	Camerette d'ispezione.....	204
72).3	Pozzetti prefabbricati .....	204
72).4	Pozzetti realizzati in opera .....	204
72).5	Collegamento del pozzetto alla rete .....	204
72).6	Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli .....	204
Art. 73)	Impianti di illuminazione esterna, in generale .....	204
Art. 74)	Cavidotti .....	204
74).1	Esecuzione di cavidotti .....	204
74).2	Posa direttamente nel terreno .....	204
74).3	Posa entro tubazione interrata .....	205
74).4	Posa in condotti o cunicoli interrati .....	205
74).5	Distanze di rispetto dei cavi interrati.....	205
74).5.1	Distanza da cavi di telecomunicazione .....	205
74).5.2	Distanza da tubazioni metalliche.....	205
74).5.3	Distanza da serbatoi contenenti fluidi infiammabili.....	205
74).5.4	Distanza da gasdotti .....	205
74).6	Esecuzione di cavidotti lungo strade esistenti.....	206
Art. 75)	Pozzetti.....	206
75).1	Generalità.....	206
75).2	Raggi di curvatura .....	206
75).3	Pozzetti con chiusino in ghisa .....	207
75).4	Pozzetto prefabbricato interrato .....	207
Art. 76)	Blocchi di fondazione - Pali di sostegno .....	207
Art. 77)	Linee per energia elettrica .....	207
Art. 78)	Cassette, giunzioni, derivazioni, guaine isolanti .....	207
Art. 79)	Fornitura e posa degli apparecchi di illuminazione .....	207
Art. 80)	Fornitura e posa del contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e protezione.....	208
Art. 81)	Impianto di terra - Dispersori.....	208
<b>PARTE IX – ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SU OPERE E MATERIALI .....</b>		<b>209</b>
Art. 82)	Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio.....	209



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

82).1	Resistenza caratteristica .....	209
82).2	Controlli di qualità del conglomerato .....	209
82).2.1	Valutazione preliminare di qualificazione .....	209
82).2.2	Controllo di accettazione .....	209
82).2.3	Prove complementari .....	209
82).3	Valutazione preliminare della resistenza caratteristica .....	209
82).4	Controllo di accettazione .....	210
82).5	Prelievo ed esecuzione della prova a compressione .....	210
82).5.1	Prelievo di campioni .....	210
82).5.2	Dimensioni dei provini .....	211
82).5.3	Confezionamento dei provini .....	211
82).5.4	Caratteristiche delle casseformi calibrate per provini .....	212
82).5.5	Marcatura dei provini .....	212
82).5.6	Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere .....	212
82).5.7	Domanda di prova al laboratorio ufficiale .....	213
82).5.8	Conservazione e maturazione .....	213
82).5.9	Resoconto della prova di compressione .....	213
Art. 83)	Controlli sul calcestruzzo fresco .....	214
83).1	Prove per la misura della consistenza .....	214
83).2	Controllo della composizione del calcestruzzo fresco .....	215
83).3	Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding) .....	215
Art. 84)	Controlli sul calcestruzzo in corso d'opera .....	216
84).1	Finalità .....	216
84).2	Pianificazione delle prove in opera .....	217
84).3	Predisposizione delle aree di prova .....	217
84).4	Elaborazione dei risultati .....	219
84).5	Carotaggio .....	219
84).5.1	Linee generali .....	219
84).5.2	Area di prova o di prelievo .....	220
84).5.3	Verbale di prelievo dei campioni di calcestruzzo indurito .....	221
84).6	Metodi indiretti per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera .....	221
84).6.1	Calibratura delle curve di correlazione tra risultati di prove non distruttive e la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera .....	221
84).6.2	Determinazione di altre proprietà del calcestruzzo in opera: dimensioni e posizione delle armature e stima dello spessore del copriferro .....	222
84).7	Stima della resistenza del calcestruzzo in opera .....	222
84).7.1	Non conformità dei controlli d'accettazione .....	223
Art. 85)	Consolidamenti di edifici in cemento armato .....	223
Art. 86)	Prove di carico sui pali di fondazione .....	223
Art. 87)	Controlli d'integrità dei pali di fondazione .....	224
Art. 88)	Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio .....	224
88).1	Generalità .....	224
88).2	Qualificazioni del personale e dei procedimenti di saldatura .....	224
88).3	Controllo di qualità delle strutture saldate .....	224
88).4	Controlli non distruttivi .....	225
88).4.1	Metodo ultrasonico .....	225
88).4.2	Metodo radiografico .....	226
88).5	Esecuzione e controllo delle unioni bullonate .....	226
<b>PARTE X – NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>229</b>	
Art. 89)	Valutazione lavori a corpo e a misura .....	229
89).1	Scavi .....	229
89).1.1	Scavi di sbancamento .....	229



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

89).1.2	Scavi a sezione obbligata .....	229
89).1.3	Scavi in presenza d'acqua .....	229
89).1.4	Oneri aggiunti per gli scavi.....	229
89).1.5	Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali .....	230
89).2	Rilevati, rinterri e vespai.....	230
89).2.1	Rilevati .....	230
89).2.2	Rinterri .....	230
89).2.3	Preparazione del piani di posa dei rilevati .....	230
89).2.4	Riempimento con misto granulare. Vespai .....	231
89).3	Demolizioni, dismissioni e rimozioni.....	231
89).3.1	Demolizione totale o parziale di fabbricati .....	231
89).3.2	Demolizioni di tramezzi.....	231
89).3.3	Demolizioni di murature .....	231
89).3.4	Taglio a sezione obbligata di murature per realizzazione varchi e/o aperture	231
89).3.5	Demolizione di elementi strutturali in cemento armato o non armato .....	231
89).3.6	Demolizioni totali di solaio.....	231
89).3.7	Taglio a sezione obbligata di solaio.....	231
89).3.8	Demolizione di controsoffitti.....	231
89).3.9	Dismissione di pavimenti e rivestimenti .....	232
89).3.10	Dismissione di lastre di marmo per soglie, davanzali di finestre, ecc. ....	232
89).3.11	Rimozione di infissi .....	232
89).3.12	Rimozione di ringhiere, grate, cancelli, ecc.....	232
89).4	Murature e tramezzi.....	232
89).4.1	Murature .....	232
89).4.2	Tramezzi.....	232
89).4.3	Sagome, cornici, cornicioni, lesene e pilastri .....	232
89).5	Calcestruzzi.....	232
89).5.1	Casseforme .....	233
89).6	Acciaio per armature e reti elettrosaldate .....	233
89).7	Pali di fondazione .....	233
89).8	Solai, impermeabilizzazioni, rivestimenti, ecc. ....	233
89).9	Impermeabilizzazioni .....	233
89).10	Lavori in metallo .....	233
89).11	Controsoffitti.....	233
89).12	Pavimenti e rivestimenti .....	233
89).14	Intonaci .....	233
89).15	Tinteggiature, coloriture e verniciature.....	234
89).16	Infissi.....	234
89).17	Pluviali e grondaie .....	234
89).18	Impianti elettrici.....	234
89).19	Tubazioni, pozzetti prefabbricati, apparecchiature e impianti ecc. ....	234
89).19.1	Fornitura e posa in opera di tubazioni .....	234
89).19.2	Pezzi speciali per tubazioni.....	234
89).19.3	Valvole, saracinesche.....	234
89).19.4	Pozzetti prefabbricati .....	234
89).19.5	Caditoie prefabbricate .....	235
89).19.6	Apparecchiature degli impianti .....	235
89).20	Opere stradali e pavimentazioni varie .....	235
89).20.1	Cigli e cunette .....	235
89).20.2	Compattazione meccanica dei rilevati.....	235
89).20.3	Massicciata .....	235
89).20.4	Cilindratura di massicciata e sottofondi .....	235
89).20.5	Fondazioni e pavimentazioni in calcestruzzo; fondazioni in terra stabilizzata	236



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

89).20.6	Trattamenti protettivi delle pavimentazioni, manti di conglomerato, pavimentazioni di cemento .....	237
89).20.7	Acciottolati, selciati, lastricati, pavimentazioni in cemento, di porfido.....	237
89).20.8	Pavimentazioni di marciapiedi.....	237
89).20.9	Soprastrutture stabilizzate .....	237
89).20.10	Conglomerati bituminosi.....	237
89).21	Noleggi.....	237
89).22	Trasporti .....	238
89).23	Manodopera.....	238



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**PARTE I – DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI**

**ART. 1) OGGETTO DELL'APPALTO**

1).1 L'appalto, in parte a corpo e in parte a misura, consiste nell'esecuzione di tutti i lavori e forniture necessari per la sistemazione idraulica del torrente Chiaravagna, in Genova-Sestri Ponente, nelle sezioni d'alveo in corrispondenza dell'area ILVA. Sono altresì compresi nell'appalto alcuni interventi all'imbocco del fornice a monte dell'area di intervento, le opere per lo spostamento del collettore fognario attualmente in alveo, la realizzazione di alcuni tratti di recinzione a confine tra le ferrovie a uso ILVA e a uso FFSS, alcune opere di ripristino in area ILVA e alcune opere relative alla realizzazione di due condotte in pressione, in subalveo, a servizio del percolatodotto della discarica di Scarpino. Unitamente alle opere di cui sopra è previsto lo spostamento dell'attuale condotta dell'acquedotto attraversante l'alveo, ponendola al di sotto delle quote di sistemazione del fondo definite a progetto.

1).2 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**

2).1 L'importo complessivo stimato dei lavori e delle forniture compresi nell'appalto ammonta a Euro 2.573.175,01 (diconsi **Euro duemilionicinquecentosettantatremilacentosettantacinque/01**) suddivise in lavorazioni omogenee di cui all'articolo 43, commi 6 e 7, del regolamento generale, come dal seguenti prospetto:

<b>LAVORI A CORPO E MISURA</b>				
<b>A.1</b>	<b>Lavori a corpo</b>		<b>Importo</b>	<b>% su A.1</b>
A.1.A	OG6	Euro	152.302,16	8,90
A.1.B	OG8	Euro	632.317,31	37,10
A.1.C	OS21	Euro	708.782,33	41,60
A.1.D	OS23	Euro	127.871,71	7,50
A.1.E	OS35	Euro	84.019,99	4,90
	<b>Totale del punto A.1</b>	Euro	<b>1.705.293,49</b>	

<b>A.2</b>	<b>Lavori a misura</b>		<b>Importo</b>	<b>% su A.2</b>
A.2.A	OG8	Euro	670.636,22	100
	<b>Totale del punto A.2</b>	Euro	<b>670.636,22</b>	
<b>A</b>	<b>Totale del punto A.1+A.2</b>	Euro	<b>2.375.929,71</b>	



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

<b>B</b>	<b>Oneri per sicurezza</b>	Euro	<b>105.670,71</b>
<b>C</b>	<b>Costo del personale di cui all'art. 82 comma 3bis del D.Lgs. 163/2006</b>	Euro	<b>516.866,51</b>
<b>D</b>	<b>Opere in Economia</b>	Euro	<b>91.574,59</b>
<b>E</b>	<b>Totale complessivo (A+B+D)</b>	Euro	<b>2.573.175,01</b>

- 2).2 Il Costo del personale di cui al precedente punto C, già compreso in A, è stato determinato ai sensi dell'art. 82 comma 3bis del Codice dei Contratti e pertanto non sarà soggetto a ribasso.
- 2).3 Si precisa che gli oneri di cui ai precedenti punti B sono stati determinati ai sensi dell'art. 4, dell'allegato XV, del D.Lgs. 09.04.2008 n° 81 ed ai sensi dell'art. 7, commi 2, 3 e 4, del D.P.R. 03.07.2003 n° 222. Quelli di cui al punto C, relativi al "costo del personale", sono già ricompresi nell'importo di cui a precedenti punti A. Ai sensi della vigente normativa detti importi non sono soggetti al ribasso offerto in sede di gara.
- 2).4 L'ammontare del punto B rappresenta la stima dei costi della sicurezza. Pertanto essendo i singoli prezzi contrattuali, offerti al concorrente in sede di gara, al netto degli oneri per la sicurezza, in sede di contabilizzazione sarà aggiunta, in proporzione dei lavori eseguiti (con esclusione delle lavorazioni in economia), l'incidenza degli oneri per la sicurezza.
- 2).5 L'importo contrattuale, trattandosi di appalto da aggiudicarsi con il criterio del massimo ribasso percentuale determinato mediante offerta a prezzi unitari, sarà quello desumibile dalla lista delle lavorazioni e forniture compilata ai sensi e per gli effetti dell'articolo 119 commi 1 e 5 del D.P.R. 207/2010.
- 2).6 Su detta lista il concorrente dovrà riportare nella quinta e sesta colonna i prezzi unitari offerti (nella quinta colonna in cifre e nella sesta colonna in lettere) per ogni lavorazione descritta nella seconda colonna, e nella settima colonna i prodotti dei quantitativi risultanti dalla quarta colonna per i prezzi indicati nella sesta colonna.
- 2).7 In calce alla lista dovrà essere indicato il prezzo offerto, rappresentato dalla somma dei prodotti di cui sopra, nonché, in cifre e in lettere, il conseguente ribasso percentuale rispetto al prezzo complessivo dell'appalto, al netto degli oneri per la sicurezza e delle opere in economia e quindi calcolato utilizzando la seguente formula:
- R = percentuale di ribasso  
P<sub>g</sub> = Importo di cui al Punto A  
P<sub>o</sub> = Prezzo offerto
- $$R = 100 \times (P_g - P_o) / P_g$$
- 2).8 L'aggiudicazione provvisoria dell'appalto avverrà sulla base del ribasso percentuale di cui sopra indicato dal concorrente in lettere. In caso di discordanza tra quanto indicato in cifre e quanto indicato in lettere prevale quest'ultima indicazione.
- 2).9 Prima della aggiudicazione definitiva dell'appalto, e quindi prima della stipula del contratto, si procederà ai sensi e per gli effetti del comma 7 dell'articolo 119 del D.P.R.207/2010 alla verifica dei conteggi.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**ART. 3) DEFINIZIONE TECNICA DELL'OGGETTO DELL'APPALTO**

- 3).1 Il contratto è stipulato "parte a corpo e parte a misura" ai sensi dell'articolo 53, quarto comma, del D.Lgs. 163/2006.
- 3).2 L'intervento ha lo scopo finale di realizzare il tratto di alveo in oggetto con una larghezza utile di circa 33 m. ( maggiore di circa 9 metri di quella attuale) e con fondo di scorrimento abbassato mediamente di circa m. 1,00.  
Dietro l'argine sinistro sarà ricollocata la condotta fognaria comunale che deve essere rimossa dalla sponda in allargamento.  
Sempre su questo lato sarà collocata la recinzione che separerà l'area ILVA dalla condotta fognaria e dall'alveo del torrente del Chiaravagna.  
In merito al fondo di scorrimento è prevista la plateazione del fondo ai primi 30 m. con partenza dai ponti ferroviari verso valle. La platea è finita in superficie con massi di prima categoria cementati, posati su una platea dello spessore di cm. 50,00. Il resto dell'alveo sarà sistemato a fondo naturale.  
Completano la sistemazione dell'alveo alcune opere integrative di carattere idraulico quali una piccola briglia a monte dell'intervento, all'ingresso del fornice, una soglia e una trave-taglione che delimitano la zona plateata.  
Fa parte degli interventi previsti lo spostamento della condotta fognaria per il tratto graffiato al muro d'argine sotto il fornice in sponda sinistra, traslandone la posizione esternamente all'alveo. Il nuovo tratto di condotta verrà realizzato utilizzando la tecnica dello " spingitubo" non essendo possibili scavi a cielo aperto.  
E' prevista altresì la posa in sub-alveo di due tronconi, in bianco, delle future condotte per il convogliamento del percolato proveniente dalla discarica per RSU di Genova - Scarpino.  
Sono previste inoltre lavorazioni minori interessanti le aree ed i muri d'argine situati in corrispondenza delle sezioni di estremità del fornice di levante sottopassante il parco ferroviario posto a monte dello stabilimento ILVA.

**ART. 4) QUALIFICAZIONE**

4).1 Ai fini della qualificazione dell'impresa, per l'esecuzione dei lavori di cui al presente capitolato, si specifica quanto segue:

a) Categoria prevalente :

- OG 8 Euro 1.549.292,31 pari al 60%

b.1) Categorie diverse dalla prevalente relative a opere generali, o specializzate a qualificazione obbligatoria ex allegato "A" D.P.R. 207/2010, e/o relative ad impianti, strutture ed opere speciali ex art. 107 comma 2, D.P.R. 207/2010 inferiori al 10% dell'importo dei lavori o a 150.000 Euro, eseguibili direttamente dal concorrente solo se in possesso delle relative, adeguate qualificazioni, o scorporabili o subappaltabili:

- OG 6 Euro 181.096,69 pari al 7%



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

b.2) Categorie diverse dalla prevalente relative a strutture, impianti, opere speciali ed impianti di cui all'articolo 107 comma 2, D.P.R. 207/2010, ognuna di importo superiore al 15% dell'importo complessivo dei lavori, eseguibili direttamente dal concorrente solo se in possesso delle relative, adeguate qualificazioni oppure per le quali è d'obbligo l'esecuzione in forma di A.T.I.:

- OS21 Euro 842.786,02 pari al 33%

b.3) Categorie evidenziate ai soli fini del subappalto:

- OS23 Euro 127.871,71

- OS35 Euro 84.019,99

**ART. 5) INTERPRETAZIONE DEL PROGETTO**

5).1 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**

6).1 Fanno parte integrante e sostanziale del contratto d'appalto, ancorché non materialmente allegati:

a) il Capitolato Generale d'Appalto approvato con D.M. 19.04.2000, n° 145 per quanto non in contrasto con i contenuti del D.P.R. 207/2010;

b) il presente Capitolato Speciale d'Appalto;

c) tutti gli elaborati progettuali sotto elencati:

**ELABORATI GRAFICI :INTERESSE ARCHEOLOGICO**

Tav. A01 *RILIEVO DELLA ZONA D'ALVEO SOGGETTA ALL'INTERVENTO E RIPRESE FOTOGRAFICHE DEI MANUFATTI DI INTERESSE ARCHEOLOGICO*

Tav. A02 *NUOVA SISTEMAZIONE DELL'ALVEO*

Tav. A03 *SEZIONI E PROFILO DI PROGETTO CON RAFFRONTO*

**ELABORATI GRAFICI :FASI CANTIERE**

Tav. C01 *FASI DI LAVORAZIONE – FASE 1*

Tav. C02 *FASI DI LAVORAZIONE – FASE 2*

Tav. C03 *FASI DI LAVORAZIONE – FASE 3*

Tav. C04 *FASI DI LAVORAZIONE – FASE 4*

Tav. C05 *FASI DI LAVORAZIONE – FASE 5*

Tav. C06 *FASI DI LAVORAZIONE – FASE 6*



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Tav. C07 *FASI DI LAVORAZIONE – FASE FINALE*

**ELABORATI GRAFICI :PROGETTO ESECUTIVO**

Tav. E01: *PLANIMETRIA GENERALE E CARTOGRAFIA*

Tav. E02: *RILIEVO DELLO STATO ATTUALE DELLA ZONA DI INTERVENTO - RIPRESE FOTOGRAFICHE*

Tav. E03: *STATO ATTUALE (DA PONTI FERROVIARI A FORNICE) PROFILO E SEZIONI*

Tav. E04: *PLANIMETRIA DELLE DEMOLIZIONI E DEGLI SPOSTAMENTI*

Tav. E05: *RILIEVO DEL CAPANNONE OGGETTO DI DEMOLIZIONE*

Tav. E06: *PROGETTO - PLANIMETRIA*

Tav. E07: *PROGETTO (DA PONTI FERROVIARI A FORNICE) PROFILO E SEZIONI*

Tav. E08: *RAFFRONTO - PLANIMETRIA*

Tav. E09: *RAFFRONTO – PROFILO E SEZIONI*

Tav. E10: *TRACCIAMENTO DELLE OPERE DI ADEGUAMENTO IDRAULICO ZONA DA PONTI FFSS A FORNICI DI VALLE*

Tav. E11: *INTERVENTI STRUTTURALI DI SOTTOMURAZIONE IN SPONDA DX – PIANTE E PROSPETTO*

Tav. E12: *INTERVENTI STRUTTURALI DI SOTTOMURAZIONE IN SPONDA DX – SEZIONI E ARMATURE*

Tav. E13: *INTERVENTI STRUTTURALI IN SPONDA SX – PIANTE E PROSPETTO*

Tav. E14: *INTERVENTI STRUTTURALI IN SPONDA SX – SEZIONI E ARMATURE PARATIE*

Tav. E15: *INTERVENTI STRUTTURALI IN SPONDA SX – SEZIONI E ARMATURE POZZETTI P3-P4-P5-P6*

Tav. E16: *INTERVENTI STRUTTURALI IN SPONDA SX – SEZIONE E ARMATURE MURO IDENTIFICATO DALLA SEZIONE C-C*

Tav. E17: *INTERVENTI STRUTTURALI IN SPONDA SX – SEZIONE E ARMATURE POZZO DI SPINTA (FASI DI REALIZZAZIONE)*

Tav. E18: *PARTICOLARI RACCORDI PLANOALTIMETRICI ZONA PLATEATA E BRIGLIA SOTTO VIA ALBARETO*

Tav. E19: *OPERE DI SISTEMAZIONE ALL'IMBOCCO DEL FORNICE SOTTO VIA ALBARETO*

Tav. E20: *NUOVA CONDOTTA FOGNARIA IN SPONDA SX PLANIMETRIA E PROFILO LONGITUDINALE*

Tav. E21: *NUOVA CONDOTTA FOGNARIA IN SPONDA SX PARTICOLARI POZZETTI P1-P2-P3-P4*

Tav. E22: *NUOVA CONDOTTA FOGNARIA IN SPONDA SX PARTICOLARI POZZETTI P5-P6*

Tav. E23: *RECINZIONE AREA ILVA*

Tav. E24: *PARAPETTO E RECINZIONE AREA ILVA IN SPONDA SX TORRENTE CHIARAVAGNA*

Tav. E25: *PREDISPOSIZIONE PER PERCOLATODOTTO PLANIMETRIA PROFILO LONGITUDINALE*

Tav. E26: *PREDISPOSIZIONI PER PERCOLATODOTTO PARTICOLARI POZZETTI P1 e P2*

Tav. E27: *PARTICOLARI RACCORDI CON FUTURA SISTEMAZIONE FORNICI DI VALLE*



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**ELABORATI DOCUMENTALI**

- ED 1: SCHEMA DI CONTRATTO
- ED 2: CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
- ED 3: RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE
- ED 4: RELAZIONE SULLE INDAGFINI GEOGNOSTICHE
- ED 5: RELAZIONE SULLA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE
- ED 6: RELAZIONE GEOLOGICA-IDROLOGICA E SISMICA
- ED 7: RELAZIONE IDRAULICA
- ED 8: RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE
- ED 9: RELAZIONE SULLA DIFESA DEL SUOLO E MONITORAGGIO
- ED 10: RELAZIONE PAESAGGISTICA
- ED 11: CAPITOLATO TECNICO PRESTAZIONALE
- ED12: COMPUTO METRICO
- ED13: ELENCO PREZZI CON COSTO DELLA MANODOPERA
- ED14: ANALISI NUOVI PREZZI
- ED15: COMPUTO METRICO ESTIMATIVO CON DIVISIONE PER CATEGORIE OMOGENEE E CON COSTI DELLA MANODOPERA
- ED16: LISTA DELLE LAVORAZIONI E FORNITURE
- ED17: QUADRO INCIDENZA MANODOPERA
- ED18: QUADRO ECONOMICO
- ED19: PIANO DI COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA
- ED20: PIANO DI MANUTENZIONE
- ED21: PIANO PARTICELLARE D'ESPROPRIO

- d) Elaborati grafici o documentali del progetto esecutivo per lo spostamento della condotta idrica Ø750, limitatamente alle parti inerenti il presente appalto, redatto dalla Soc. ITEC Engineering S.r.l.;
  - e) Lista delle Lavorazioni e delle Forniture debitamente compilata che varrà quale elenco dei prezzi unitari contrattuali di cui all'art. 119 del D.P.R. 207/2010;
  - f) gli articoli, da 1 a 12 compreso, del "Capitolato di Sicurezza" del Comune di Genova, approvato con deliberazione della Giunta Comunale n° 877 del 4 giugno 1998.
- 6).2 Non fanno parte del contratto e sono estranei ai rapporti negoziali:
- il computo metrico e il computo metrico estimativo;
  - le quantità delle singole voci elementari rilevabili dalla Lista delle Lavorazioni e Forniture, dagli atti progettuali e da qualsiasi altro loro allegato;
- 6).3 I documenti di cui ai precedenti punti non si allegano avvalendosi del disposto di cui all'art. 99 del R.D. 23.05.1924 n° 827.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**ART. 7) DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO**

- 7).1 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.
- 7).2 Esperita la gara, l'Amministrazione Appaltante provvederà all'aggiudicazione dell'appalto e, previa sottoscrizione del verbale di cui all'articolo 106, comma 3, del D.P.R. 207/2010, alla stipula del contratto.

**ART. 8) DOCUMENTAZIONE PROPEDEUTICA PER LA CONSEGNA DEI LAVORI**

- 8).1 L'Amministrazione potrà procedere, in caso di urgenza, alla consegna dei lavori sotto le riserve di legge di cui all'art. 154 del D.P.R. n° 207/2010, 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.
- 8).2 All'atto della consegna dei lavori l'appaltatore dovrà aver già consegnato alla Stazione Appaltante la documentazione relativa ai piani di sicurezza previsti dall'articolo 131 del decreto legislativo 12 aprile 2006 n. 163.
- 8).3 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;
- 8).4 Prima della consegna dei lavori, la Direzione Lavori trasmetterà all'Appaltatore i documenti contabili affinché lo stesso provveda, a propria cura e spese, alla relativa bollatura presso gli uffici del registro ai sensi dell'art. 2215 del Codice Civile.

**ART. 9) PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI DELL'APPALTATORE**

- 9).1 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 9).2 Il programma esecutivo dei lavori dell'Appaltatore può essere modificato o integrato dalla Stazione Appaltante, mediante ordine di servizio, ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:
- A) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
  - B) 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 Appaltante;
  - C) 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;
  - D) 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;
  - E) qualora sia richiesto dal Coordinatore per la Sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'articolo 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) VALUTAZIONE DEI LAVORI A CORPO**

- 10).1 La valutazione dei lavori a corpo sarà effettuata, ai sensi del titolo IX del D.P.R. n. 207 del 5 ottobre 2010, sulla base delle aliquote percentuali di cui all'articolo 43, comma 6, del suddetto D.P.R. riportate nel precedente art. 2 ed applicate all'importo contrattuale.

**ART. 11) VALUTAZIONE DEI LAVORI A MISURA**

- 11).1 La misurazione e la valutazione dei lavori a misura sono effettuate secondo le specificazioni date nelle norme del capitolato speciale e nell'enunciazione delle singole voci in elenco; in caso diverso sono utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in loco, senza che l'appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 11).2 Non sono comunque riconosciuti nella valutazione delle opere ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.
- 11).3 Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali.
- 11).4 La contabilizzazione delle opere e delle forniture verrà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari della lista delle lavorazioni e forniture compilata dall'aggiudicatario.

**ART. 12) VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA**

- 12).1 Per i lavori in economia verranno liquidato secondo il disposto dell'art. 179 del D.P.R. 207/2010 e quindi 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. Per la mano d'opera verranno applicati i costi desunti,
- per gli operai edili, dalla tabella periodica pubblicata dall'Associazione dei Costruttori Edili della Provincia di Genova, 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%
- 12).2 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. 09.04.2008 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.
- 12).3 Gli eventuali materiali e/o mezzi impiegati, qualora non presenti nell'elenco prezzi contrattuale (redatto sulla base del Prezzario Regionale edito dall'Unione Regionale delle Camere di Commercio della Liguria – anno 2011), verranno desunti dai prezzi di cui al Prezzario Regionale edito dall'Unione Regionale delle Camere di Commercio della Liguria – anno 2014.
- 12).4 Dette prestazioni verranno inserite in contabilità nell'acconto immediatamente successivo la loro esecuzione e/o somministrazioni.

**ART. 13) NORME DI SICUREZZA**

- 13).1 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.
- 13).2 L'Appaltatore è obbligato a fornire alla Stazione Appaltante, entro 30 giorni dall'aggiudicazione, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- dipendenti e una dichiarazione in merito al rispetto degli obblighi assicurativi e previdenziali previsti dalle leggi e dai contratti in vigore.
- 13).3 L'Appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 15 del D.Lgs. 09.04.2008 n° 81, nonché le disposizioni dello stesso decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere.
- 13).4 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.
- 13).5 E' obbligo dell'impresa appaltatrice attenersi alle disposizioni del D.Lgs. 09.04.2008 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 Decreto Legislativo; nel rispetto di tali norme i suddetti obblighi valgono anche per le eventuali imprese subappaltatrici.
- 13).6 In conformità al 5° comma dell'art. 100 D.Lgs. 09.04.2008 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.
- 13).7 Entro il medesimo termine di cui sopra, l'appaltatore deve redigere e consegnare alla Civica Amministrazione, ai sensi del citato articolo 131 del Decreto Legislativo 163/2006, il Piano Operativo di Sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Detto piano, complementare di dettaglio al piano di sicurezza di cui al primo comma del presente articolo, farà parte integrante del contratto di appalto.
- 13).8 Il Direttore Tecnico del cantiere (che dovrà risultare indicato anche sui cartelli di cantiere) è responsabile del rispetto dei piani da parte di tutte imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.
- 13).9 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.
- 13).10 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.
- 13).11 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.
- 13).12 E' obbligo dell'impresa esecutrice presentare all'atto 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti.

**ART. 14) SUBAPPALTO**

- 14).1* Fermo restando quanto già previsto in materia di subappalto all'interno dello schema di contratto, l'affidamento di lavori in subappalto o in cottimo di cui all'art. 118 del D.Lgs. 163/2006 e art. 170 del D.P.R. 207/2010, comporta i seguenti obblighi a carico degli esecutori dei lavori:
- A) l'appaltatore deve praticare, per i lavori e le opere affidate in subappalto, i prezzi risultanti dall'aggiudicazione ribassati in misura non superiore al 20 per cento;
  - B) nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici, completi dell'indicazione della categoria dei lavori subappaltati e dell'importo dei medesimi;
  - C) le imprese subappaltatrici devono osservare integralmente il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si svolgono i lavori e sono responsabili, in solido con l'appaltatore, dell'osservanza delle norme anzidette nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto;
  - D) le imprese subappaltatrici, per tramite dell'appaltatore, devono trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa edile, assicurativi ed antinfortunistici; devono altresì trasmettere, a scadenza quadrimestrale, copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva.
- 14).2* Le presenti disposizioni si applicano anche alle associazioni temporanee di imprese e alle società anche consortili, quando le imprese riunite o consorziate non intendono eseguire direttamente i lavori scorporabili.
- 14).3* Ai fini del presente articolo è considerato subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività ovunque espletate che richiedano l'impiego di manodopera, quali le forniture con posa in opera e i noli a caldo, se singolarmente di importo superiore al 2 per cento dell'importo dei lavori affidati o di importo superiore a 100.000 Euro e qualora l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50 per cento dell'importo del contratto di subappalto.
- 14).4* Il subappaltatore non può subappaltare a sua volta le prestazioni salvo che per la fornitura con posa in opera di impianti e di strutture speciali individuati dal regolamento; in tali casi il fornitore o subappaltatore, per la posa in opera o il montaggio, può avvalersi di imprese di propria fiducia per le quali non sussista alcuno dei divieti di cui all'art. 67 del D.Lgs. 159/2011. E' fatto obbligo all'affidatario di comunicare alla stazione appaltante, per tutti i sub-contratti stipulati per l'esecuzione dell'appalto, il nome del sub-contraente, l'importo del contratto, l'oggetto del lavoro, servizio o fornitura affidati.

**ART. 15) RESPONSABILITÀ IN MATERIA DI SUBAPPALTO**



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 14).1 L'Appaltatore resta in ogni caso responsabile nei confronti della Stazione Appaltante per l'esecuzione delle opere oggetto di subappalto, sollevando la Stazione Appaltante medesima da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori sub-appaltati.
- 14).2 Il Direttore dei Lavori e il Responsabile del Procedimento, nonché il Coordinatore per l'Esecuzione in materia di Sicurezza di cui all'articolo 92 del D.Lgs. 09.04.2008 n° 81, provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità e del subappalto.
- 14).3 Il subappalto non autorizzato comporta le sanzioni penali previste dal Decreto-Legge 29.04.1995, n° 139, convertito dalla Legge 28.06.1995, n° 246 (ammenda fino a un terzo dell'importo dell'appalto, arresto da sei mesi ad un anno).

**ART. 16) RISOLUZIONE DEL CONTRATTO - ESECUZIONE D'UFFICIO DEI LAVORI**

- 16).1 Nei casi di rescissione del contratto o di esecuzione di ufficio, la comunicazione della decisione assunta dalla Stazione Appaltante è fatta all'appaltatore nella forma dell'ordine di servizio o della raccomandata con avviso di ricevimento, con la contestuale indicazione della data alla quale avrà luogo l'accertamento dello stato di consistenza dei lavori.
- 16).2 In relazione a quanto sopra, alla data comunicata dalla Stazione Appaltante si fa luogo, in contraddittorio fra il Direttore dei Lavori e l'Appaltatore o suo rappresentante ovvero, in mancanza di questi, alla presenza di due testimoni, alla redazione dello stato di consistenza dei lavori, all'inventario dei materiali, delle attrezzature dei e mezzi d'opera esistenti in cantiere, nonché, nel caso di esecuzione d'ufficio, all'accertamento di quali di tali materiali, attrezzature e mezzi d'opera debbano essere mantenuti a disposizione della Stazione Appaltante per l'eventuale riutilizzo e alla determinazione del relativo costo.
- 16).3 Nei casi di rescissione del contratto e di esecuzione d'ufficio, come pure in caso di fallimento dell'appaltatore, i rapporti economici con questo o con il curatore sono definiti, con salvezza di ogni diritto e ulteriore azione della Stazione Appaltante, nel seguente modo:
- a) ponendo a base d'asta del nuovo appalto l'importo lordo dei lavori di completamento da eseguire d'ufficio in danno, risultante dalla differenza tra l'ammontare complessivo lordo dei lavori posti a base d'asta nell'appalto originario, eventualmente incrementato per perizie in corso d'opera oggetto di regolare atto di sottomissione o comunque approvate o accettate dalle parti, e l'ammontare lordo dei lavori eseguiti dall'appaltatore inadempiente medesimo;
  - b) ponendo a carico dell'appaltatore inadempiente:
    - i. l'eventuale maggiore costo derivante dalla differenza tra importo netto di aggiudicazione del nuovo appalto per il completamento dei lavori e l'importo netto degli stessi risultante dall'aggiudicazione effettuata in origine all'appaltatore inadempiente;
    - ii. l'eventuale maggiore costo derivato dalla ripetizione della gara di appalto eventualmente andata deserta, necessariamente effettuata con importo a base d'asta opportunamente maggiorato;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- iii.* l'eventuale maggiore onere per la Stazione Appaltante per effetto della tardata ultimazione dei lavori, delle nuove spese di gara e di pubblicità, delle maggiori spese tecniche di direzione, assistenza, contabilità e collaudo dei lavori, dei maggiori interessi per il finanziamento dei lavori, di ogni eventuale maggiore e diverso danno documentato, conseguente alla mancata tempestiva utilizzazione delle opere alla data prevista dal contratto originario.
- 16).4 Il contratto è altresì risolto qualora, per il manifestarsi di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera ovvero la sua utilizzazione, come definite dall'articolo 132 del Decreto Legislativo 12.04.2006 n° 163, si rendano necessari lavori suppletivi che eccedano il quinto dell'importo originario del contratto. In tal caso, proceduto all'accertamento dello stato di consistenza ai sensi del comma 5 del citato articolo 132 del D.Lgs. 163/2006, si procede alla liquidazione dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10 per cento dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto.
- 16).5 Il Comune di Genova potrà procedere alla risoluzione del contratto qualora emerga, anche a seguito degli accessi ispettivi nei cantieri, l'impiego di manodopera con modalità irregolari o il ricorso a forme di intermediazione abusiva per il reclutamento della manodopera.
- 16).6 In applicazione del protocollo di legalità per la prevenzione dei tentativi di infiltrazione della criminalità organizzata nel settore degli appalti e delle concessioni dei lavori pubblici, sottoscritto tra la Prefettura di Genova - Ufficio territoriale del Governo di Genova - e il Comune di Genova, il reiterarsi della mancata o difforme comunicazione dei dati di cui all'art. 16 comma 2/vv del presente C.S.A. da parte delle imprese esecutrici può costituire motivo di risoluzione del contratto.

**ART. 17) ONERI E OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE**

- 17).1 Per la partecipazione alla gara d'appalto di cui al presente Capitolato Speciale, non è riconosciuto alcun compenso, né rimborso spese.
- 17).2 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:
- a) alla esecuzione di rilievi, indagini, saggi e quanto altro occorrente e propedeutico alla formulazione dell'offerta;
  - b) alla formazione del cantiere adeguatamente attrezzato e recintato in relazione alla natura dell'opera e in conformità alle vigenti disposizioni in materia;
  - c) 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;
  - d) all'allestimento di un locale, anche in uno esistente indicato dalla Direzione Lavori, ad uso ufficio di cantiere, dotato almeno delle seguenti attrezzature:



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 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;

- e) alla fornitura ed al collocamento, nella zona dei lavori in corso, di una tabella del tipo e delle dimensioni prescritte dalla Direzione Lavori.
- f) 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.
- g) 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.
- h) alla conservazione del traffico nelle zone interessate dai lavori secondo le disposizioni della Direzione Lavori e del Comando della Polizia Municipale;
- i) alle opere provvisionali ordinate dalla Direzione Lavori per garantire la continuità dei pubblici servizi, inclusi quelli d'emergenza, e del transito dei veicoli e dei pedoni.
- j) 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 provvisionali 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;
- k) 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;
- l) 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;
- m) 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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;

- n) alla conservazione e consegna all'Amministrazione appaltante degli oggetti di valore intrinseco, archeologico o storico che eventualmente si rinvenissero durante l'esecuzione dei lavori;
- o) alla protezione del cantiere e dei ponteggi mediante idonei sistemi antintrusione;
- p) 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.
- q) 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;
- r) 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;
- s) alla pulizia giornaliera del cantiere anche ai fini antinfortunistici;
- t) alla presentazione di progetti di opere ed impianti nonché delle eventuali varianti che si rendessero necessarie, alla istruzione delle pratiche relative da presentare all'I.S.P.E.S.L., 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.
- u) al pagamento di compensi all'I.S.P.E.S.L., 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.
- v) alla presentazione di progetti degli impianti, ai sensi della Legge n. 17/2007 e successivo regolamento di attuazione approvato con Decreto del ministero dello sviluppo economico del 22 gennaio 2008 n. 37, sottoscritto da tecnico abilitato.
- w) al rilascio di "dichiarazione di conformità" sottoscritte da soggetto abilitato (installatore), e, corredate dal rispettivo progetto sottoscritto da tecnico abilitato, per gli impianti tecnici oggetto di applicazione della legge n. 17/2007;
- x) 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;
- y) 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, al competente Istituto Superiore per la Prevenzione e la



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Sicurezza del Lavoro (ISPESL) provvedendo all'assistenza tecnica, ai collaudi relativi, fino all'ottenimento di tutte le certificazioni o verbali di cui l'opera necessita;

- z) al lavaggio accurato giornaliero delle aree pubbliche in qualsiasi modo lordate durante l'esecuzione dei lavori;
- aa) 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;
- bb) 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.
- cc) 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.
- dd) 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;
- ee) 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.
- ff) 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, una copia riproducibile in poliester e ed una copia su supporto magnetico);
- gg) alla manutenzione e buona conservazione dei lavori eseguiti, con particolare riferimento degli impianti sino al collaudo;
- hh) 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;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- ii) 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;
- jj) 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;
- kk) 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;
- ll) a garantire sempre la sicurezza dei percorsi pedonali e di quelli carrabili per l'approvvigionamento delle attività produttive e commerciali;
- mm) sarà tenuta a fare campionature di tutte le lavorazioni che verranno eseguite;
- nn) a mantenere ed adeguare anche momentaneamente le condotte degli impianti comunali o dichiarati tali dalla D.L.;
- oo) 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;
- pp) 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;
- qq) al risarcimento di eventuali danni a cose e/o persone causati durante i lavori;
- rr) a sua cura e spese al rifacimento/ripristino/sostituzione 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);
- ss) sarà obbligata a sua cura e spese a provvedere allo spostamento di eventuali pannelli pubblicitari, fioriere, dissuasori, etc. oltre a quanto già previsto negli elaborati progettuali;
- tt) all'applicazione delle prescrizioni e delle raccomandazioni contenute nell'elaborato **ED11 'Capitolato tecnico prestazionale'**;

<b>ART. 17BIS) ONERI E OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE IN MATERIA DI MONITORAGGIO IMMOBILI</b>
---

L'Appaltatore dovrà provvedere, restando inteso che gli oneri conseguenti si intendono compensati e quindi ricompresi nel corrispettivo contrattuale, per tutta la durata del cantiere e sino alla emissione del certificato di collaudo delle opere, più specificatamente per tutto il periodo compreso fra la fase di allestimento del cantiere, la realizzazione delle opere di presidio e le operazioni di scavo, consolidamento, messa in opera di micropali, getto e totale completamento delle opere in progetto, ad effettuare un monitoraggio "geotecnico/strutturale" senza soluzione di continuità temporale di tutti i manufatti "interferenti" con gli interventi previsti, individuati con il documento ED09 "Relazione sulla difesa del suolo e monitoraggi".



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**ART. 17TER) ONERI ED OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE IN MATERIA DI GESTIONE E TRASPORTO DEI MATERIALI DI RISULTA**

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:

a. alla separazione, da effettuarsi in cantiere per il successivo conferimento a discarica, dei seguenti materiali del materiale di risulta proveniente dagli scavi e dalle demolizioni:

- terra;
- laterizi;
- legno;
- ferro, incluso il ferro di armatura delle strutture in c.a. demolite;
- conglomerati bituminosi;
- ceramica, plastica ed altri materiali assimilabili a RSU;
- materiale litoide, alluvionale;
- conglomerato cementizio;

b. allo smaltimento amianto eventualmente rinvenuto secondo quanto previsto d.lgs. 277/91 e s.m.;

c. alla pianificazione delle operazioni di scavo, di demolizione e di trasporto a discarica dei materiali di risulta. **In particolare, le operazioni di scavo di abbassamento definitivo del fondo alveo alla quota di progetto dovranno essere effettuate in corrispondenza dell'ultimo mese del cronoprogramma lavori (sia esso quello posto a base di gara sia esso quello operativo redatto dall'appaltatore).**

Le fasi di movimentazione del materiale di risulta, segnatamente al trasporto, devono essere accompagnate da specifica documentazione (redatta ai sensi del D.P.R. 472/96) riportante gli estremi dei progetti di produzione e di utilizzo, l'origine e la destinazione nonché le caratteristiche del materiale al fine di evitare contestazioni degli organi preposti ai controlli.

**ART. 17QUATER) ONERI E OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE RELATIVAMENTE ALLA GESTIONE DELL'ALLERTA METEO**

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:



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- a stabilire, prima dell'inizio dei lavori e durante tutta la durata degli stessi, un contatto continuativo ed ininterrotto con il sito internet del sistema di previsione idrometeorologico della Regione Liguria che produce giornalmente bollettini previsionali. Tale Ente, autorizzato a rilasciare informazioni sulle condizioni dei corsi d'acqua, è in grado di fornire, in relazione all'evoluzione delle condizioni meteorologiche, il relativo grado di allerta e conseguentemente tutte le misure precauzionali da adottare sia in occasione dei lavori all'interno dell'alveo sia per quelli all'esterno nel caso di eventi di piena straordinaria. E' obbligo a carico dell'Appaltatore e non è causa di maggiori oneri o di richieste di maggiori tempi contrattuali, sospendere i lavori e mettere in sicurezza il cantiere per tutta la durata dei periodi di "Allerta 1" e "Allerta 2" di cui agli avvisi emessi dalla Regione Liguria – Dipartimento della Protezione Civile mediante il sopra citato sito internet. Nell'ipotesi che nel periodo indicato nel cronoprogramma per l'esecuzione dei lavori in alveo si verificano condizioni di possibile piena (e quindi l'emissione dei predetti messaggi di "Allerta 1" o "Allerta 2"), le lavorazioni saranno obbligatoriamente sospese e traslate nel tempo al cessare delle condizioni di pericolo. In tali eventualità è onere dell'Appaltatore provvedere inoltre a tutte quelle misure di prevenzione e messa in sicurezza del cantiere tali da scongiurare ulteriori danni. In particolare non dovranno rimanere in alveo macchinari, materiali ed ostacoli fissi che possano creare barriere al defluire dell'evento di piena. Per tutti gli oneri derivanti dalla sospensione delle attività in alveo causa il manifestarsi del pericolo di piena e quindi alla possibilità di eseguire i lavori in più fasi rispetto al programma dei lavori, all'Appaltatore non viene riconosciuto alcun onere aggiuntivo oltre a quelli già compensati con i prezzi d'appalto;
- alla progettazione, realizzazione, gestione e manutenzione di un sistema di monitoraggio da installare nel tratto del Torrente Chiaravagna a monte dell'intervento, in almeno una sezione del bacino idrografico del torrente stesso ad integrazione e sussidio dei sistemi di allerta meteo regionale e comunale, un sistema di monitoraggio ed allerta locale gestito direttamente dall'Appaltatore. Il sistema di monitoraggio ed allerta di cui trattasi dovrà consentire, attraverso un sistema di monitoraggio multisensore, di rendere evidente all'Appaltatore, nonché alla Direzione Lavori, l'instaurarsi di condizioni di pericolo in alveo consentendo allo stesso di adottare le necessarie misure di salvaguardia qualora le condizioni meteo-idrologiche risultino avverse. In particolare, il sistema predetto consentirà di allontanare mezzi e personale in concomitanza del superamento di soglie, prestabilite con la Direzione Lavori, di battente idraulico instauratesi in alveo o di intensità di pioggia. Il sistema di monitoraggio ed allerta dovrà essere strutturato in maniera tale da consentire alla Direzione Lavori, tramite una postazione internet, di connettersi al sistema stesso attraverso specifiche password e monitorare in tempo reale lo stato dell'alveo. Al fine di seguire l'evoluzione dei fenomeni di precipitazione intensi predisponendo idonee e conseguenti azioni in cantiere, il Direttore di Cantiere (o suo delegato) dovrà monitorare costantemente la variazione delle grandezze acquisite dal sistema descritto.

**ART. 17QUINQUES) ONERI E OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE RELATIVAMENTE ALLA REALIZZAZIONE E ALLA SORVEGLIANZA DELL'ACCESSO CARRAIO**



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

L'Appaltatore dovrà provvedere a quanto segue, restando inteso che gli oneri conseguenti si intendono compensati e quindi ricompresi nel corrispettivo contrattuale: il cancello carraio provvisorio dovrà essere mantenuto normalmente chiuso e potrà venire aperto soltanto per il tempo necessario al transito dei mezzi di cantiere.

Alternativamente, tale accesso dovrà essere costantemente presidiato dal personale dell'Impresa Appaltatrice per tutto il tempo in cui quest'ultimo rimarrà aperto.

Sarà altresì onere dell'Impresa Appaltatrice farsi carico delle, eventuali, particolari disposizioni tecnico-costruttive che I.L.V.A. riterrà opportuno mettere in atto. Tali disposizioni saranno concordate tra le parti prima della consegna dei lavori.

**ART. 17SEXIES) ONERI E OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE RELATIVAMENTE ALLA SISTEMAZIONE FINALE DELL'AREA ILVA E PIAGGIO**

L'Appaltatore è tenuto al ripristino delle aree e delle proprietà I.L.V.A. e PIAGGIO a fine lavori così come sono state trovate ad inizio degli stessi.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**PARTE II – ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE**

**ART. 18) 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. 19) 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. 20) 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. 21) IMPIEGO DI MATERIALI RICICLATI E DI TERRE E ROCCE DA SCAVO**

**21).1 MATERIALI RICICLATI**

Per l'impiego di materiali riciclati si applicheranno le disposizioni del D.M. 08.05.2003, 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**21).2 RIUTILIZZO DELLA TERRA DI SCAVO**

In applicazione dell'art. 185, comma 1, lett. c-bis) del D.Lgs. 03.04.2006, 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.

**21).3 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 rinterri, 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 IV 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,



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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. 22) 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 proverranno 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. 23) PROVVISITA 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**ART. 24) 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 prescrivere 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. 25) 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. 14.01.2008.

**ART. 26) 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**PARTE III – MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE**

**ART. 27) MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE**

**27).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. 14.01.2008, 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.

**27).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. 21.04.1993, 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. 14.01.2008, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**27).3 PROCEDURE DI CONTROLLO DI PRODUZIONE IN FABBRICA**

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle nuove norme tecniche approvate dal D.M. 14.01.2008, 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. 28) COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO**

**28).1 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 26.05.1965, 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.

**28).1.1 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.

**28).1.2 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:



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 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 28.1 - Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12.07.1999, 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	≤ 52,5	≤ 10
32,5 R	> 10	-			
4,25	> 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5	
4,25 R	> 20	-			
52,5	> 20	-	≥ 52,5	-	
52,5 R	> 30	-			

Tabella 28.2 - Requisiti chimici dei cementi (D.M. 1.07.1999, 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 CEM II2 CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	≤ 3,5%
			42,5 R 52,5 52,5 R	≤ 4,0%
		CEM III3	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

- 1 I requisiti sono espressi come percentuale in massa.
- 2 Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland compositi 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.
- 3 Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>.
- 4 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 28.3 - Valori limite dei cementi (D.M. 12.07.1999, n. 314)



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA**  
**DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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 Tipo II1 Tipo IV Tipo V	4,0			4,5		
	Tipo III/A Tipo III/B	4,5					
	Tipo III/C	5,0					
	Contenuto di cloruri (%) – Limite superiore <sup>2</sup>		0,11				
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					
1 Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO <sub>3</sub> per tutte le classi di resistenza. 2 Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.							

**28).1.3 METODI DI PROVA**

Ai fini dell'accettazione dei cementi la Direzione dei Lavori potrà effettuare le prove di cui alle norme nel seguito richiamate.

**NORME DI RIFERIMENTO**

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, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;  
UNI EN 197-2 – Cemento. Valutazione della conformità;  
UNI EN 197-4 – Cemento. Parte 4: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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, specificazioni 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.

**28).2 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 28.4, 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 28.4 - Limiti di impiego degli aggregati grossi provenienti da riciclo

<i>Origine del materiale da riciclo</i>	<i>Classe del calcestruzzo</i>	<i>Percentuale di impiego</i>
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 Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 15% 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 28.4.

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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**28).2.1 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 28.5.

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 28.5 - Sistema di attestazione della conformità degli aggregati

<i>Specificativa tecnica europea armonizzata di riferimento</i>	<i>Uso previsto</i>	<i>Sistema di attestazione della conformità</i>
Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo	2+

**28).2.2 MARCATURA CE**

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE sono riportati nella tabella 28.6.

La produzione dei prodotti deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un organismo notificato.

Tabella 28.6 - Aggregati che devono riportare la marcatura CE

<i>Impiego aggregato</i>	<i>Norme di riferimento</i>
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/boiaccia	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

**28).2.3 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 28.7, 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 28.7 - Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale

<i>Caratteristiche tecniche</i>	<i>Metodo di prova</i>
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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

**28).2.4 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.

**28).2.4.1 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.

**28).2.5 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 28.7, può fare riferimento anche alle norme nel seguito richiamate.

**NORME DI RIFERIMENTO**

UNI 8520-1 – Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche;  
UNI 8520-2 – Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**28).2.6 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 28.7, potrà farà riferimento anche alle norme di seguito richiamate.

**NORME DI RIFERIMENTO**

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.

**28).3 AGGIUNTE**

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450 e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104.

I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

**28).3.1 CENERI VOLANTI**

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche, che devono soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450.

Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non deve essere computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

**NORME DI RIFERIMENTO**

UNI EN 450-1 – Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità;  
UNI EN 450-2 – Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità;  
UNI EN 451-1 – Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;  
UNI EN 451-2 – Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante stacciatura umida.

**28).3.2 MICROSILICE**

La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di  $\text{SiO}_2$  con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

La silice fume può essere fornita allo stato naturale, così come può essere ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisicochimiche.

Il dosaggio della silice fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento.

Tale aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Se si utilizzano cementi di tipo I, potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto acqua/cemento una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silice fume.

**NORME DI RIFERIMENTO**

UNI 8981-8 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo. Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice;  
UNI EN 13263-1 – Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità;  
UNI EN 13263-2 – Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**28).4 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.

**28).4.1 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. 14.04.2008 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;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

**28).4.2 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. 14.01.2008 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.

**28).4.3 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 dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14.01.2008 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.

**28).4.4 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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. 14.01.2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di essudamento prevista dalla norma UNI 7122.

**28).4.5 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. 14.01.2008 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**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.

**28).5 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. 14.01.2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 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.

**28).6 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**28).7 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.

**28).8 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. 14.01.2008.

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 28.8 - Acqua di impasto

<i>Caratteristica</i>	<i>Prova</i>	<i>Limiti di accettabilità</i>
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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**28).9 CLASSI DI RESISTENZA DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

**28).9.1 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 28.9.

Tabella 28.9 - Classi di resistenza

<i>Classi di resistenza</i>
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 28.10, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Per classi di resistenza superiore a C70/85 si rinvia al paragrafo 28).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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Tabella 28.10 - Impiego delle diverse classi di resistenza

<i>Strutture di destinazione</i>	<i>Classe di resistenza minima</i>
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11 – N.T.C. 2008)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

**28).9.2 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.

**28).10 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO**

**28).10.1 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.

**28).10.2 MARCATURA E 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;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 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 targhettatura, 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.

I 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 28.11 si riportano i numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma UNI EN 100801, caratterizzanti nervature consecutive. Nel caso specifico dell'Italia si hanno quattro nervature consecutive.

---

<sup>1</sup> Nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea n° L343 del 08.12.2006 è stata pubblicata la decisione della Commissione delle Comunità Europee del 05.12.2006 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Tabella 28.11 - 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

**28).10.3 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.

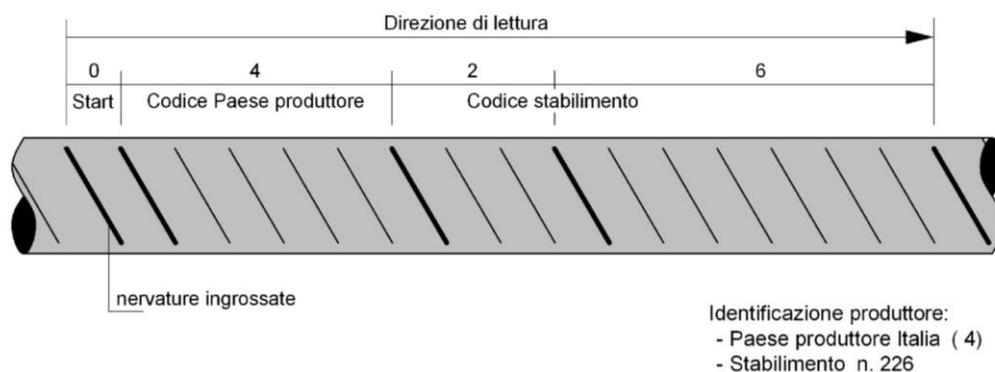


Figura 28.1 - Identificazione del produttore

**28).10.4 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 27.2 riporta un acciaio di classe tecnica n. 226.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

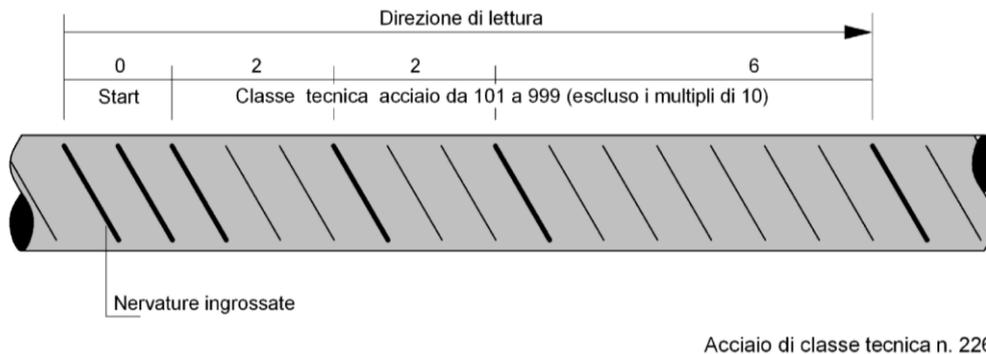


Figura 28.2 - Identificazione della classe tecnica

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.

**28).10.5 CASO DELLA UNITÀ MARCATÀ SCORPORATA. 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.

**28).10.6 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.

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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**28).10.7 FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO: 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 (§ 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.

**28).10.8 CENTRI DI TRASFORMAZIONE**

Le nuove Norme Tecniche (§ 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.

**28).10.9 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.

**28).10.10 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**28).11 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 28.12.

Tabella 28.12 - Tipi di acciai per cemento armato

<i>Tipi di acciaio per cemento armato previsti dalle norme precedenti</i>	<i>Tipi di acciaio previsti dal D.M. 14.01.2008 (saldabili e ad aderenza migliorata)</i>
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)

**28).11.1 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/mmq
- $f_{t\ nom}$ : 540 N/mmq

e deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 28.13.

Tabella 28.13 - Acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C

<i>Caratteristiche</i>	<i>Requisiti</i>	<i>Frattile [%]</i>
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ e $\leq 1,35$	10,0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	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 $\phi$	-

**28).11.2 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 28.14.

Tabella 28.14 - Acciaio per cemento armato trafilato a freddo B450A

<i>Caratteristiche</i>	<i>Requisiti</i>	<i>Frattile [%]</i>
------------------------	------------------	---------------------



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5,0
$(f_v/f_v)_k$	$\geq 1,05$	10,0
$(f_v/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	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:	-	-
$\phi < 10\ mm$	$4\ \phi$	-

**28).11.3 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  $f_{(0,2)}$ .

**28).11.4 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.

**28).11.5 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 (N/mm<sup>2</sup>).



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**28).11.6 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 7.850 kg/mc.

I diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A, in barre e in rotoli, sono riportati nelle tabelle 27.15 e 27.16.

Tabella 28.15 - Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in barre

<i>Acciaio in barre</i>	<i>Diametro <math>\phi</math> [mm]</i>
B450C	$6 \leq \phi \leq 40$
B450A	$5 \leq \phi \leq 10$

Tabella 28.16 - Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in rotoli

<i>Acciaio in rotoli</i>	<i>Diametro <math>\phi</math> [mm]</i>
B450C	$6 \leq \phi \leq 16$
B450A	$5 \leq \phi \leq 10$

**28).11.7 SAGOMATURA ED 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**28).11.8 RETI E TRALICCI ELETTRISALDATI**

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 28.17.

Tabella 28.17 - Diametro  $\phi$  degli elementi base per le reti e i tralicci in acciaio B450C e B450A

<i>Acciaio tipo</i>	<i>Diametro <math>\phi</math> degli elementi base</i>
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 N/mm<sup>2</sup>. 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.

**28).11.9 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**28).11.10 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 28.18, 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 28.18 - Massimo contenuto di elementi chimici in percentuale (%)

<i>Elemento</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Analisi di prodotto</i>	<i>Analisi di colata</i>
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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**28).11.11 TOLLERANZE DIMENSIONALI**

La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le tolleranze riportate nella tabella 28.19.

Tabella 28.19 - Deviazione ammissibile per la massa nominale

Diametro nominale [mm]	$5 \leq \varnothing \leq 8$	$8 < \varnothing \leq 40$
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	$\pm 6$	$\pm 4,5$

**28).11.12 PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CEMENTO ARMATO ORDINARIO,  
BARRE E ROTOLI**

a) 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.

b) 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.

c) 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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 28.20 - Verifica di qualità per ciascuno dei gruppi di diametri

<i>Intervallo di prelievo</i>	<i>Prelievo</i>	<i>Provenienza</i>
≤ 1 mese	3 serie di 5 campioni 1 serie = 5 barre di uno stesso diametro	Stessa colata

Tabella 28.21 - Verifica di qualità non per gruppi di diametri

<i>Intervallo di prelievo</i>	<i>Prelievo</i>	<i>Provenienza</i>
≤ 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

d) La verifica delle tolleranze dimensionali per colata o lotto di produzione

Ai fini del controllo di qualità, le tolleranze dimensionali di cui alla tabella 28.19 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.

e) 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 tralicci 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.

f) 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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 3 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.

**g) 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 28.22. 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 3 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 3 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, 10 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 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 28.22 - 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

**h) 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.

**28).12 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE**

**28).12.1 GENERALITÀ**

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte, si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura CE, prevista



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, e in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  – da utilizzare nei calcoli – si assumono i valori nominali  $f_y = R_{eH}$  ed  $f_t = R_m$ , riportati nelle relative norme di prodotto.

Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE e non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle norme tecniche per le costruzioni. È fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE. Si applicano anche le procedure di controllo per gli acciai da carpenteria.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova, devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-I e UNI EN 10045-1.

Gli spessori nominali dei laminati, per gli acciai di cui alle norme europee UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, sono riportati nelle tabelle 27.23 e 27.24.

Tabella 28.23 - Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
<b>UNI EN 10025-2</b>				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
<b>UNI EN 10025-3</b>				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
<b>UNI EN 10025-4</b>				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
<b>UNI EN 10025-5</b>				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tabella 28.24 - Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360	-	-
S 275 H	275	430	-	-
S 355 H	355	510	-	-
S 275 NH/NLH	275	370	-	-
S 355 NH/NLH	355	470	-	-
S 275 MH/MLH	275	360	-	-
S 355 MH/MLH	355	470	-	-
S 420 MH/MLH	420	500	-	-
S460 MH/MLH	460	530	-	-

**28).12.2 ACCIAIO PER GETTI**

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma UNI EN 10293.

Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

**28).12.3 ACCIAIO PER STRUTTURE SALDATE**

a) La composizione chimica degli acciai

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni generali, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili previste dalle nuove norme tecniche.

b) Il processo di saldatura. La qualificazione dei saldatori

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1 da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta), si applica la norma UNI EN ISO 14555. Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno, inoltre, essere rispettate le norme UNI EN 1011 (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici, e UNI EN 1011 (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1.

Oltre alle prescrizioni applicabili per i centri di trasformazione, il costruttore deve corrispondere a particolari requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834 (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. Tali requisiti sono riassunti nella tabella 28.25.

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Tabella 28.25 - Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo

<i>Tipo di azione sulle strutture</i>	<i>Strutture soggette a fatica in modo non significativo</i>			<i>Strutture soggette a fatica in modo significativo</i>
<i>Riferimento</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
Materiale base: spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30 mm S275, s ≤ 30 mm	S355, s ≤ 30 mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s ≤ 30 mm	S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati <sup>(1)</sup>
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio UNI EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719	Di base	Specifico	Completo	Completo
<sup>(1)</sup> - Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.				

**28).13 BULLONI E CHIODI**

**28).13.1 BULLONI**

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;
- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, vengono applicate rondelle elastiche oppure dei controdati.

I bulloni – conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016 e UNI 5592 – devono appartenere alle sottoindicate classi della norma UNI EN ISO 898-1, associate nel modo indicato nelle tabelle 27.26 e 27.27.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Tabella 28.26 - Classi di appartenenza di viti e dadi

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella 28.26 sono riportate nella tabella 28.27.

Tabella 28.27 - Tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	300	480	649	900
$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	500	600	800	1000

**28).13.2 BULLONI PER GIUNZIONI AD ATTRITO**

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella 28.28 (viti e dadi), e devono essere associati come indicato nelle tabelle 27.26 e 27.27.

Tabella 28.28 - Bulloni per giunzioni ad attrito

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8-10.9 secondo UNI EN ISO 898-1	UNI EN 14399 (parti 3 e 4)
Dadi	8-10 secondo UNI EN 20898-2	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: temperato e rinvenuto HRC 32□40	UNI EN 14399 (parti 5 e 6)
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32□40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1, e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni per i materiali e i prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura CE, prevista dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.

**28).14 CONNETTORI A PIOLO**

Nel caso in cui si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dello stesso e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli stessi. Esso deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- allungamento percentuale a rottura (valutato su base  $L_0 = 5,65\sqrt{A_0}$ , dove  $A_0$  è l'area della sezione trasversale del saggio)  $\geq 12$ ;
- rapporto  $f_t / f_y \geq 1,2$ .

Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza metallo d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti: C  $\leq 0,18\%$ , Mn  $\leq 0,9\%$ , S  $\leq 0,04\%$ , P  $\leq 0,05\%$ .



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**28).15 IMPIEGO DI ACCIAI INOSSIDABILI**

Nell'ambito delle indicazioni generali per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, e in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  – da utilizzare nei calcoli – si assumono i valori nominali  $f_y = R_{eH}$  ed  $f_t = R_m$  riportati nelle relative norme di prodotto, ed è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.

In particolare, per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione per tutte le tipologie di acciaio e al controllo nei centri di trasformazione nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica.

**28).16 SPECIFICHE PER GLI ACCIAI DA CARPENTERIA IN ZONA SISMICA**

L'acciaio costituente le membrature, le saldature e i bulloni, deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio.

Per le zone dissipative si devono applicare le seguenti regole addizionali:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura  $f_{tk}$  (nominale) e la tensione di snervamento  $f_{yk}$  (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima  $f_{y,max}$  deve risultare  $f_{y,max} \leq 1,2 f_{yk}$ ;
- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8.8 o 10.9.

**28).17 PROCEDURE DI CONTROLLO SU ACCIAI DA CARPENTERIA**

**28).17.1 CONTROLLI IN STABILIMENTO DI PRODUZIONE**

a) Suddivisione dei prodotti

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica per gli acciai laminati sono raggruppabili per gamme di spessori, così come definito nelle norme europee armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1.

Agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.

Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo compreso fra 30 e 120 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme europee armonizzate UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 in base al numero dei pezzi.

b) Prove di qualificazione



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Ai fini della qualificazione, con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle nuove norme tecniche, è fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE, il produttore deve predisporre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche, ove pertinenti, e meccaniche, riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita ad una produzione consecutiva relativa ad un periodo di tempo di almeno sei mesi e ad un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque  $\geq 2000$  t oppure ad un numero di colate o di lotti  $\geq 25$ .

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio ufficiale incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno trenta prove su saggi appositamente prelevati.

La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

c) Controllo continuo della qualità della produzione

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle nuove norme tecniche, il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.

Per ogni colata, o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata, e, comunque, un saggio ogni 80 t oppure un saggio per lotto e, comunque, un saggio ogni 40 t o frazione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi.

Dai saggi di cui sopra, verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme europee armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1, rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.

Per quanto concerne  $f_y$  e  $f_t$ , i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali) vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti norme tecniche.

I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie UNI EN



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

10025, ovvero alle tabelle di cui alle norme europee UNI EN 10210 e UNI EN 10219 per i profilati cavi.

È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limite la produzione e di provvedere ad ovviarne le cause. I diagrammi sopraindicati devono riportare gli eventuali dati anomali.

I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, e tenendone esplicita nota nei registri.

La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

**d) Verifica periodica della qualità**

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle nuove norme tecniche, il laboratorio incaricato deve effettuare periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore, nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di trenta prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno due per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente.

Inoltre, il laboratorio incaricato effettua le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da tre campioni per ciascun tipo sopraddetto.

Infine, si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche.

Nel caso in cui i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non sono rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.

Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al servizio tecnico centrale, e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha avviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai, con caratteristiche comprese tra i tipi S235 e S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.

Per gli acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.

Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre e anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

**e) Controlli su singole colate**

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale, su



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.

Le prove da effettuare sono quelle relative alle norme europee armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1, e i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie UNI EN 10025, ovvero delle tabelle di cui alle norme europee UNI EN 10210 e UNI EN 10219 per i profilati cavi.

**28).17.2 CONTROLLI NEI CENTRI DI TRASFORMAZIONE**

a) Centri di produzione di lamiera grecate e profilati formati a freddo. Verifiche del Direttore dei Lavori

Si definiscono *centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiera grecate* tutti quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiera in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiera grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati, che, però, non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici. Per quanto riguarda i materiali soggetti a lavorazione, può farsi utile riferimento, oltre alle norme delle tabelle 27.23 e 27.24, anche alle norme UNI EN 10326 e UNI EN 10149 (parti 1, 2 e 3).

Oltre alle prescrizioni applicabili per tutti gli acciai, i centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiera grecate devono rispettare le seguenti prescrizioni. Per le lamiera grecate da impiegare in solette composte, il produttore deve effettuare una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza a taglio longitudinale di progetto  $\sigma_{u,Rd}$  della lamiera grecata. La sperimentazione e la elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'appendice B3 alla norma UNI EN 1994-1. Questa sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere eseguite da laboratorio indipendente di riconosciuta competenza. Il rapporto di prova deve essere trasmesso in copia al servizio tecnico centrale e deve essere riprodotto integralmente nel catalogo dei prodotti.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, il centro di produzione deve dichiarare, nelle forme e con le limitazioni previste, le caratteristiche tecniche previste nelle norme armonizzate applicabili.

I centri di produzione possono, in questo caso, derogare agli adempimenti previsti per tutti i tipi d'acciaio, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte del laboratorio incaricato), ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, soggetti a marcatura CE o qualificati come previsto nelle presenti norme. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione, e, inoltre, ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Gli utilizzatori dei prodotti e/o il direttore dei lavori sono tenuti a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

b) Centri di prelavazione di componenti strutturali

Le nuove norme tecniche definiscono *centri di prelavazione o di servizio* quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) e



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

realizzano elementi singoli prelaborati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di produzione che realizzano strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

I centri di prelaborazione devono rispettare le prescrizioni applicabili, di cui ai centri di trasformazione valevoli per tutti i tipi d'acciaio.

c) Officine per la produzione di carpenterie metalliche. Verifiche del Direttore dei Lavori

I controlli nelle officine per la produzione di carpenterie metalliche sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del direttore tecnico dell'officina.

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale, e per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle nuove norme tecniche, i controlli devono essere eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, ovvero le prescrizioni delle tabelle 18.1 e 18.2 per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Deve, inoltre, essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate, e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza, deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

Il prelievo dei campioni deve essere effettuato a cura del direttore tecnico dell'officina, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc..., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio è fatta eccezione per il marchio di qualificazione, non sempre presente sugli acciai da carpenteria, per il quale si potrà fare riferimento ad eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati dal produttore.

Il direttore tecnico dell'officina deve curare 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.

Tutte le forniture provenienti da un'officina devono essere accompagnate dalla seguente documentazione:

- 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;
- 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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 riporterà, nel certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documenti di accompagnamento dei manufatti in acciaio prefabbricati in serie, si rimanda agli equivalenti paragrafi del § 11.8. delle Norme Tecniche, ove applicabili.

**d) Officine per la produzione di bulloni. Verifiche del Direttore dei Lavori**

I produttori di bulloni per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per 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 la norma UNI EN ISO 9001, e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo e al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al servizio tecnico centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero nella quale siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura di bulloni in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche, deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del servizio tecnico centrale.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

**e) Controlli di accettazione in cantiere da parte del Direttore dei Lavori**

I controlli in cantiere, demandati al Direttore dei Lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni valevoli per i centri di trasformazione, effettuando un prelievo di almeno tre saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, 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 controlli di cui sopra. 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,



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni per i centri di trasformazione.

**NORME DI RIFERIMENTO**

***Esecuzione***

UNI 552 – Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni;  
UNI 3158 – Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove;  
UNI ENV 1090-1 – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici;  
UNI ENV 1090-2 – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo;  
UNI ENV 1090-3 – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento;  
UNI ENV 1090-4 – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi;  
UNI ENV 1090-6 – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile;  
UNI EN ISO 377 – Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche;  
UNI EN 10002-1 – Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente);  
UNI EN 10045-1 – Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova.

***Elementi di collegamento***

UNI EN ISO 898-1 – Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere;  
UNI EN 20898-2 – Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso;  
UNI EN 20898-7 – Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm;  
UNI 5592 – Dadi esagonali normali. Filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine. Categoria C;  
UNI EN ISO 4016 – Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C.

***Profilati cavi***

UNI EN 10210-1 – Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura;  
UNI EN 10210-2 – Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo;  
UNI EN 10219-1 – Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura;  
UNI EN 10219-2 – Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo;

***Prodotti laminati a caldo***

UNI EN 10025-1 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;  
UNI EN 10025-2 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

UNI EN 10025-3 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;  
UNI EN 10025-4 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;  
UNI EN 10025-5 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;  
UNI EN 10025-6 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.

**28).18 MURATURA PORTANTE**

.....omissis.....

**28).19 MALTE PER MURATURA E RIPRISTINI DI STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO**

.....omissis.....

**28).20 ELEMENTI COSTRUTTIVI PREFABBRICATI**

.....omissis.....

**28).21 PROCEDURE DI QUALIFICAZIONE**

.....omissis.....

**28).22 DOCUMENTI DI ACCOMPAGNAMENTO DELLA FORNITURA. VERIFICHE DEL DIRETTORE DEI LAVORI**

.....omissis.....

**28).23 NORME COMPLEMENTARI RELATIVE ALLE STRUTTURE PREFABBRICATE**

.....omissis.....

**28).24 ELEMENTI PER SOLAI MISTI IN CEMENTO ARMATO**

.....omissis.....



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**28).25 SOLAI MISTI DI C.A., C.A.P. E BLOCCHI DIVERSI DAL LATERIZIO**

.....omissis.....

**28).26 SOLAI REALIZZATI CON L'ASSOCIAZIONE DI PREFABBRICATI IN C.A., C.A.P.**

.....omissis.....

**28).27 ELEMENTI STRUTTURALI COMPOSTI DI ACCIAIO E CALCESTRUZZO**

.....omissis.....

**28).28 APPOGGI STRUTTURALI**

.....omissis.....



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**PARTE IV – MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO E IMPIANTISTICA**

**ART. 29) LATERIZI**

.....omissis.....

**ART. 30) MANUFATTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE**

.....omissis.....

**ART. 32) PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE E CONTROSOFFITTI**

.....omissis.....

**ART. 33) PRODOTTI PER RIVESTIMENTI INTERNI ED ESTERNI**

.....omissis.....

**ART. 34) PRODOTTI VERNICIANTI**

.....omissis.....

**ART. 35) PRODOTTI E MATERIALI PER PARTIZIONI INTERNE E PARETI ESTERNE**

.....omissis.....

**ART. 36) IMPERMEABILIZZAZIONI**

.....omissis.....

**ART. 37) INFISSI**

.....omissis.....



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**ART. 38) PORTE E CHIUSURE RESISTENTI AL FUOCO**

.....omissis.....

**ART. 39) TUBAZIONI PER IMPIANTI DI ADDUZIONE DELL'ACQUA, GAS, FOGNATURE, ECC...**

**39).1 GENERALITÀ**

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.

**39).2 TUBI IN ACCIAIO**

In generale, un primo riferimento è dato dalle istruzioni della C.M. 05.05.1966, n° 2136, che riporta le prescrizioni per i tubi di acciaio per acquedotti, ricavati da lamiera curvate con saldature longitudinali o elicoidali, con estremità per giunzioni di testa o a



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

bicchiere. Tali indicazioni, però, devono essere integrate con le norme UNI applicabili.

L'acciaio delle lamiere deve essere di qualità, e avere, di norma, caratteristiche meccaniche e chimiche rientranti in uno dei tipi di acciaio saldabili delle tabelle UNI EN 10025, o caratteristiche analoghe, purché rientranti nei seguenti limiti:

- carico unitario di rottura a trazione non minore di 34 kg/mm<sup>2</sup>;
- rapporto tra carico di snervamento e carico di rottura non superiore a 0,80;
- contenuto di carbonio non maggiore di 0,29%;
- contenuto di fosforo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di zolfo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di fosforo e zolfo nel complesso non maggiore di 0,08%;
- contenuto di manganese non maggiore di 1,20%;
- contenuto di carbonio e di manganese tali che la somma del contenuto di carbonio e di 1/6 di quello di manganese non sia superiore a 0,45%.

**NORME DI RIFERIMENTO**

UNI EN 10224 – Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura;  
UNI EN 10326 – Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura;  
UNI EN 10025 – Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

**39).2.1 TOLLERANZE**

La C.M. 05.05.1966, n° 2136 stabilisce le seguenti tolleranze:

- spessore della lamiera al di fuori dei cordoni di saldatura:
  - in meno: 12,5% ed eccezionalmente 15% in singole zone per lunghezze non maggiori del doppio del diametro del tubo;
  - in più: limitate dalle tolleranze sul peso;
  - diametro esterno  $\pm 1,5\%$  con un minimo di 1 mm.
- diametro esterno delle estremità calibrate dei tubi con estremità liscia per saldatura di testa per una lunghezza non maggiore di 200 mm dalle estremità:
  - 1 mm per tubi del diametro fino a 250 mm;
  - 2,5 mm;
  - 1 mm per tubi del diametro oltre i 250 mm.

L'ovalizzazione delle sezioni di estremità sarà tollerata entro limiti tali da non pregiudicare l'esecuzione a regola d'arte della giunzione per saldatura di testa.

- sul diametro interno del bicchiere per giunti a bicchiere per saldatura: + 3 mm.  
Non sono ammesse tolleranze in meno;
- sul peso calcolato in base alle dimensioni teoriche e al peso specifico di 7,85 kg/cm<sup>3</sup> sono ammesse le seguenti tolleranze:
  - sul singolo tubo: + 10%; - 8%;
  - per partite di almeno 10 t:  $\pm 7,5\%$ .

**39).3 TIPOLOGIE TUBI**

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura o saldati, e ad ogni diametro deve corrispondere una pressione massima d'esercizio.

Le tubazioni di uso più frequente hanno uno spessore detto della serie normale, mentre quelle con spessore minimo si definiscono della *serie leggera*.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**39).3.1 TUBI SENZA SALDATURA**

I tubi senza saldatura devono essere conformi alla norma UNI EN 10224.

I tubi commerciali sono forniti in lunghezza variabile da 4 a 8 m, con tolleranze di + 10 mm per i tubi fino a 6 m, e di + 15 mm per tubi oltre 6 m. Le tolleranze sono quelle indicate dalla tabella 9 della norma UNI EN 10224.

Per i tubi commerciali, le tolleranze sul diametro esterno, sullo spessore e sulla lunghezza, sono stabilite dal punto 7.7 della norma UNI EN 10224.

I tubi commerciali sono solitamente forniti senza collaudo. Gli altri tipi di tubi devono essere sottoposti a prova idraulica dal produttore che dovrà rilasciare, se richiesta, apposita dichiarazione. L'ovalizzazione non deve superare i limiti di tolleranza stabiliti per il diametro esterno.

**NORME DI RIFERIMENTO**

UNI EN 10224 – Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura;  
UNI EN 10216-1 – Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente;  
UNI EN 10255 – Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura;  
UNI EN 10208-1– Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A;  
UNI EN 10208-2 – Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B.

**39).3.2 TUBI CON SALDATURA**

Per l'accettazione dei tubi con saldatura si farà riferimento alle norme di seguito richiamate.

**NORME DI RIFERIMENTO**

UNI EN 10217-1 – Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impiego a temperatura ambiente;  
UNI EN 10217-2 – Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 2: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata;  
UNI EN 10217-3 – Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 3: Tubi di acciaio legato a grano fine;  
UNI EN 10217-4 – Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 4: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura;  
UNI EN 10217-5 – Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 5: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata;  
UNI EN 10217-6 – Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 6: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura;  
UNI EN 10217-7 – Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 7: Tubi di acciaio inossidabile.

**39).3.3 DESIGNAZIONE E MARCATURA DEI MATERIALI**

La designazione dei tubi d'acciaio deve comprendere:



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- la denominazione “tubo”;
- la norma UNI di riferimento;
- il diametro esterno;
- altre indicazioni facoltative;
- tolleranze sulla lunghezza;
- lunghezza, se diversa da quella normale.

**39).3.4 RIVESTIMENTO INTERNO**

Il rivestimento interno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti. Lo spessore minimo del rivestimento è previsto dalla norma UNI ISO 127

I tubi devono essere trattati all'interno con un adeguato rivestimento, a protezione della superficie metallica dall'azione aggressiva del liquido convogliato.

I rivestimenti più impiegati sono:

- bitume di 2÷4 mm di spessore;
- resine epossidiche di 0,5÷1 mm;
- polveri poliammidiche applicate per proiezione elettrostatica e polimerizzate in forno.

La malta cementizia centrifugata e opportunamente dosata per il rivestimento interno, deve essere costituita unicamente da acqua potabile, sabbia fine quarzosa e cemento Portland.

Le caratteristiche meccaniche del rivestimento interno devono essere tali da caratterizzarlo come un vero e proprio tubo in cemento autoportante di elevata resistenza, per il quale il tubo dovrà agire praticamente come armatura.

**NORME DI RIFERIMENTO**

UNI ISO 127 – Lattice naturale concentrato. Determinazione del numero di *KOH*;

UNI ISO 6600 – Tubi di ghisa sferoidale. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Controlli di composizione della malta subito dopo l'applicazione;

UNI ISO 4179 – Tubi di ghisa sferoidale per condotte con e senza pressione. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Prescrizioni generali (n.d.r. ritirata senza sostituzione).

**39).3.5 RIVESTIMENTO ESTERNO**

I rivestimenti esterni delle tubazioni in acciaio possono essere realizzati mediante (UNI ISO 127):

- primo strato bituminoso, di catrame o di resina sintetica;
- uno o più strati protettivi a base di bitume;
- uno o più strati di armatura in velo di vetro inserito in ogni strato protettivo.

Il rivestimento esterno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti.

La classe di spessore del rivestimento deve essere conforme alla norma UNI ISO 127.

Per ulteriori sistemi di rivestimento (protezione catodica, antisolare, ambiente aggressivo, meccanica, ecc.) si rimanda alla citata norma UNI ISO 127.

La protezione meccanica con feltro o altro materiale simile deve essere applicata sul rivestimento ancora caldo e non indurito e prima dell'applicazione della protezione antisolare.

Negli altri, la protezione meccanica può essere applicata durante la posa in opera della tubazione.

I rivestimenti di cui sopra possono essere realizzati in cantiere dopo il montaggio della tubazione o in stabilimento. In generale, la superficie da rivestire deve essere



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA**  
**DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

opportunamente preparata e pulita per l'applicazione del rivestimento, per favorirne l'aderenza.

Tabella 39.1 - Tubazioni in acciaio serie leggera

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione e abbreviata della filettatura
	D [mm]	s [mm]	max [mm]	min [mm]	Estremità lisce [kg/m]	Estremità filettate e manicottate [kg/m]	
10	17,2	2,0	17,4	16,7	0,742	0,748	3/8
15	21,3	2,3	21,7	21,0	1,08	1,09	1/2
20	26,9	2,3	27,1	26,4	1,39	1,40	3/4
25	33,7	2,9	34,0	33,2	2,20	2,22	1
32	42,4	2,9	42,7	41,9	2,82	2,85	1 ¼
40	48,3	2,9	48,6	47,8	3,24	3,28	1 ½
50	60,3	3,2	60,7	59,6	4,49	4,56	2
65	76,1	3,2	76,3	75,2	5,73	5,85	2 ½
80	88,9	3,6	89,4	87,9	7,55	7,72	3
100	114,3	4,0	114,9	113,0	10,8	11,1	4

Tabella 39.2 - Tubazioni in acciaio serie media

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione e abbreviata della filettatura
	D [mm]	s [mm]	max [mm]	min [mm]	Estremità lisce [kg/m]	Estremità filettate e manicottate [kg/m]	
10	17,2	2,3	17,5	16,7	0,893	0,845	3/8
15	21,3	2,6	21,8	21,0	1,21	1,22	1/2
20	26,9	2,6	27,3	26,5	1,56	1,57	3/4
25	33,7	3,2	34,2	33,3	2,41	2,43	1
32	42,4	3,2	42,9	42,0	3,10	3,13	1 ¼
40	48,3	3,2	48,8	47,9	3,56	3,60	1 ½
50	60,3	3,6	60,8	59,7	5,03	5,10	2
65	76,1	3,6	76,6	75,3	6,42	6,54	2 ½
80	88,9	4,0	89,5	88,00	8,36	8,53	3
100	114,3	4,5	115,0	113,1	12,2	12,5	4

Tabella 39.3 - Tubazioni in acciaio serie pesante

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione e abbreviata della filettatura
	D [mm]	s [mm]	max [mm]	min [mm]	Estremità lisce [kg/m]	Estremità filettate e manicottate [kg/m]	
10	17,2	2,9	17,5	16,7	1,02	1,03	3/8
15	21,3	3,2	21,8	21,0	1,44	1,45	1/2
20	26,9	3,2	27,3	26,5	1,87	1,88	3/4
25	33,7	4,0	34,2	33,3	2,93	2,95	1
32	42,4	4,0	42,9	42,0	3,79	3,82	1 ¼
40	48,3	4,0	48,8	47,9	4,37	4,41	1 ½
50	60,3	4,5	60,8	59,7	6,19	6,26	2
65	76,1	4,5	76,6	75,3	7,93	8,05	2 ½



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

80	88,9	5,0	89,5	88,9	10,3	10,5	3
100	114,3	5,4	115,0	113,1	14,5	14,8	4

Tabella 39.4 - Valori di tolleranza per i tubi in acciaio con riferimento alla norma UNI 8863

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione e abbreviata della filettatura
	D [mm]	s [mm]	max [mm]	min [mm]	Estremità lisce [kg/m]	Estremità filettate e manicottate [kg/m]	
10	17,2	2,9	17,5	16,7	1,02	1,03	3/8
15	21,3	3,2	21,8	21,0	1,44	1,45	1/2
20	26,9	3,2	27,3	26,5	1,87	1,88	3/4
25	33,7	4,0	34,2	33,3	2,93	2,95	1
32	42,4	4,0	42,9	42,0	3,79	3,82	1 ¼
40	48,3	4,0	48,8	47,9	4,37	4,41	1 ½
50	60,3	4,5	60,8	59,7	6,19	6,26	2
65	76,1	4,5	76,6	75,3	7,93	8,05	2 ½
80	88,9	5,0	89,5	88,9	10,3	10,5	3
100	114,3	5,4	115,0	113,1	14,5	14,8	4

Tabella 39.5 - Valori di tolleranza per i tubi in acciaio con riferimento alla norma UNI 8863

Tipo	Spessore		Massa lineica	
	+	-	+	-
Saldati	no	10%	10%	8%
Non saldati	no	12,5%	10%	10%

**39).4 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.

**39).4.1 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 in pressione a ~20°C, destinata al consumo umano e per usi generali.

La norma è anche applicabile ai componenti per l'adduzione d'acqua fino 45°C compresi.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Le caratteristiche della polvere di PVC devono rispondere ai requisiti della norma UNI EN 1452-1 e soddisfare la tabella 39.6.

Tabella 39.6 - Caratteristiche della resina (polvere) di PVC

<i>Caratteristiche</i>	<i>Requisiti</i>
Valore K	65÷70
Peso specifico apparente	0,5÷0,6
Granulometria	> 250 mm 5% max < 63 mm 5% max
vcm residuo (vinil cloruro monomero)	< 1 ppm (1mg/kg max)
Sostanze volatili	≤ 0,3%

**NORME DI RIFERIMENTO**

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.

**39).4.2 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 39.7.

Tabella 39.7 - Caratteristiche della miscela

<i>Caratteristiche</i>	<i>Requisiti</i>
------------------------	------------------



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

M.R.S. (secondo ISO/TR 9080)	$\geq 25$ MPa
Peso specifico	$1,35 \div 1,46$ g/cm <sup>3</sup>
Carico unitario a snervamento	$\geq 48$ MPa
Allungamento a snervamento	$< 10\%$
Modulo di elasticità	$> 3000$ MPa
Coefficiente di dilatazione termica lineare	$0,06 \div 0,08$ mm/m°C
Conduttività termica	$0,13$ kcal/mh°C

**39).4.3 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.

**39).4.4 CARATTERISTICHE MECCANICHE**

Le caratteristiche meccaniche e fisiche dei tubi devono rispondere ai requisiti della norma UNI EN1452-2 e soddisfare la tabella 39.8.

Tabella 39.8 - Caratteristiche meccaniche e fisiche dei tubi

<i>Caratteristiche</i>	<i>Requisiti</i>		<i>Metodi di prova</i>
Resistenza all'urto	T = 0°C-TIR < 10% conformi al prospetto 6 della norma UNI EN 1452-2		UNI EN 744
Resistenza alla pressione interna	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	$\leq 5\%$ Il tubo non deve presentare	temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: - e $\leq 8$ mm: 15 min;	UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

	delaminazione, bolle o rotture	- 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 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

**39).4.5 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 DN 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 39.9 - 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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	-	-	-

**39).4.6 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.

**39).4.7 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.

**39).4.8 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 ( $PM$ ) presente nella fornitura, deve rispondere ai requisiti della norma UNI EN 1452-5, ed essere testato secondo le norme di seguito indicate.

NORME DI RIFERIMENTO
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.

**39).4.9 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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 dn · spessore di parete en;
- 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”.

**ART. 40) TUBAZIONI PER FOGNATURE E SCARICHI INTERRATI NON IN PRESSIONE**

**40).1 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 (PVC) e additivi necessari alla trasformazione.

Il PVC nei tubi deve essere almeno l'80% sulla miscola totale.

Il PVC nei raccordi deve essere almeno l'85% sulla miscola 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 di seguito richiamate.

**NORME DI RIFERIMENTO**

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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità;

**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 40.1 - 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	$< 1,53$ gr/cmc	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 di condizionamento	1 h	
		Tipo di prova	acqua in acqua	
		Periodo di prova	1000 h	

**40).2 CARATTERISTICHE DEI TUBI**

I tubi in PVC-U a parete compatta devono avere classe di rigidità nominale SN (kN/mq), 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.

**40).3 RACCORDI**

I raccordi in PVC-U a parete compatta devono avere una classe di rigidità nominale di minimo SN 4 (kN/mq), 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

di tenuta in gomma conforme alla norma UNI EN 681-1 e realizzato con materiale elastomerico.

**40).4 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 40.2, le caratteristiche meccaniche dovranno essere conformi alla tabella 40.3 e le caratteristiche fisiche dovranno essere conformi alla tabella 40.4.

Tabella 40.2 - 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	-	-



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Tabella 40.3 - Caratteristiche meccaniche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodi di prova
Resistenza all'urto	TIR ≤ 10%	Temperatura di prova	(0±1)°C	UNI EN 744
		Mezzo di condizionamento	Acqua o aria	
		Tipo di percussore	d 90	
		Massa del percussore per:		
		$d_{em} = 110 \text{ mm}$	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 40.4 - Caratteristiche fisiche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodi 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 $e \leq 8 \text{ mm}$ : 15 min; - per $e > 8 \text{ mm}$ : 30 min.	UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido
		oppure: temperatura di prova: 150°C tempo di immersione: - $e \leq 4 \text{ mm}$ : 30 min; 30 min; - $4 \text{ mm} < e \leq 8 \text{ mm}$ : 60 min; - $e > 16 \text{ mm}$ : 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

**40).5 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);



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- spessore minimo di parete (SDR);
- rigidità anulare nominale (SN);
- informazioni del fabbricante (data e luogo di produzione ai fini della rintracciabilità).

**40).6 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  $\geq 80\%$  in massa per i tubi.

**ART. 41) TUBAZIONI PER SCARICHI (A BASSA E AD ALTA TEMPERATURA) NEI FABBRICATI**

.....omissis.....

**ART. 42) TUBI IN MATERIALI POLIMERICI**

**42).1 TUBI IN POLIETILENE (PE)**

La norma UNI EN 1519-1 specifica i requisiti per i tubi, i raccordi e il sistema di tubazioni di polietilene (PE) nel campo degli scarichi:

- all'interno della struttura dei fabbricati (marcati B);
- nei fabbricati, sia nel sottosuolo entro la struttura del fabbricato (marcati BD).

La norma è applicabile ai tubi e ai raccordi di PE di seguito indicati:

- a estremità liscia;
- con bicchiere munito di guarnizione elastomerica;
- per giunti per fusione di testa;
- per giunti elettrofusi;
- per giunti meccanici.

La norma UNI EN 12201-1 specifica i requisiti per i tubi, i raccordi e il sistema di tubazioni di polietilene (PE) nel campo delle reti di adduzione idrica che dovranno impiegarsi alle seguenti condizioni:

- pressione massima operativa MOP, fino a 25 bar;
- temperatura di esercizio di riferimento di 20°C.

Possono essere impiegati tubi di polietilene dei tipi PE 80 e PE 100.

**42).1.1 COMPOSIZIONE DEL PE**

La composizione per tubi e raccordi deve essere costituita da materiale di base polietilene (PE), al quale possono essere aggiunti gli additivi necessari per facilitare la fabbricazione dei componenti conformi ai requisiti della norma UNI EN 1519-1 e/o UNI EN 12201-1, a seconda i casi. Per esigenze della normativa antincendio possono essere impiegati anche altri additivi.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

I raccordi fabbricati, o le parti di raccordi, fabbricati devono essere realizzati partendo da tubi e/o stampati conformi, tranne che per i requisiti dello spessore di parete e/o stampati di PE conformi alle caratteristiche meccaniche e fisiche del materiale, come richiesto dalla norma UNI EN 1519-1.

**42).1.2 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 (UNI EN 1519-1):

- codice B: per l'area di applicazione all'interno del fabbricato e all'esterno per elementi fissati alle pareti;
- codice D: per l'area di applicazione al disotto del fabbricato ed entro 1 m di distanza dal fabbricato per tubi e raccordi interrati e collegati al sistema di scarico del fabbricato;
- codice BD: riferito ad applicazioni in entrambe le aree d'applicazione B e D.

**42).1.3 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 –a seconda i casi- alle norme UNI EN 1519-1 UNI EN 12201-2. 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 nero; quelli da utilizzarsi per adduzione idrica devono essere di colore blu o neri con strisce blu.

**42).1.4 TUBI IN ROTOLI**

I tubi forniti in rotoli devono essere arrotolati in modo che siano impediti deformazioni localizzate, come, per esempio, instabilità locali (imbozzamenti) e torsioni (attorcigliamenti).

**42).1.5 SPESSORE DI PARETE**

Nel caso di tubazioni per scarichi lo spessore di parete  $e$  deve essere conforme rispettivamente ai prospetti 3 e 4 della norma UNI EN 1519-1, nei quali per la serie metrica è ammesso uno spessore di parete massimo, in un punto qualsiasi, fino a 1,25  $e_{min}$ , purché lo spessore di parete medio  $e_m$  sia minore o uguale a quello specificato,  $e_{m,max}$ .

Nel caso di tubazioni per adduzioni il diametro medio esterno  $d_{em}$  e lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione) devono essere conformi al prospetto 1 della norma UNI EN 12201-2.

Lo spessore di parete deve essere conforme al prospetto 2 della stessa norma.

**42).1.6 TIPI DI RACCORDO**

La norma UNI EN 1519-1 si applica ai seguenti tipi di raccordo (ma ne sono ammessi anche altri tipi):

- curve:
  - senza o con raggio di curvatura (ISO 265);
  - codolo/bicchiere e bicchiere/bicchiere;
  - a segmenti saldati di testa.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Gli angoli nominali preferenziali *a* dovrebbero essere da 15°, 22,5°, 30°, 45°, 67,5°, 80°, oppure compresi tra 87,5° e 90°.

- diramazioni e diramazioni ridotte (diramazioni singole o multiple):
  - angolo senza o con raggio di curvatura (ISO 265-1);
  - codolo/bicchiere e bicchiere/bicchiere.

L'angolo nominale fissato *a* dovrebbe essere da 45°, 67,5°, oppure compreso tra 87,5° a 90°.

- riduzioni;
- raccordi di accesso. Il diametro interno del foro per pulizia deve essere specificato dal fabbricante;
- manicotti:
  - a doppio bicchiere;
  - collare per riparazioni.
- bicchiere per saldatura testa a testa per tubo con estremità lisce;
- tappi.

**42).1.7 MARCATURA E DENOMINAZIONE**

Tutti i tubi della fornitura devono essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza, in modo tale che la marcatura non dia inizio a fessurazioni oppure ad altri tipi di rotture premature, e che l'usuale stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, la movimentazione, l'installazione e l'uso non danneggino la leggibilità del marchio.

In caso di stampa, il colore dell'informazione stampata deve differire dal colore base del tubo.

Per quanto concerne i tubi per reti di scarico la marcatura sul tubo richiesta dai punti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 1519-1 deve essere durevole e deve contenere come minimo:

- normativa di riferimento UNI EN 1519-1;
- dimensione nominale;
- spessore minimo di parete;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- serie di tubo per l'area di applicazione BD;
- tipo di bicchiere;
- informazioni del produttore.

La marcatura dei raccordi deve contenere:

- numero della norma UNI EN 1519-1;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- dimensione nominale;
- angolo nominale;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- spessore minimo di parete o serie di tubi per l'area di applicazione BD;
- tipo di bicchiere;
- informazioni del fabbricante.

Per quanto concerne i tubi per reti di adduzione la marcatura sul tubo, come minimo, dovrà riportare (UNI EN 12201-2):

- numero della norma UNI EN 12201;
- identificazione del fabbricante (nome e simbolo);



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- dimensioni ( $d_n \cdot e_n$ );
- serie SDR;
- materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
- classe di pressione in bar;
- periodo di produzione (data o codice).

**NORME DI RIFERIMENTO**

**a) Tubazioni per scarichi:**

- UNI EN 1519-1 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polietilene (PE). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema;
- UNI ENV 1519-2 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polietilene (PE). Guida per la valutazione della conformità;
- 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.

**b) Tubazioni per adduzioni:**

- UNI EN 12201-1 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Generalità;
- UNI EN 12201-2 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Tubi;
- UNI EN 12201-3 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Raccordi;
- UNI EN 12201-4 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Valvole;
- UNI EN 12201-5 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;
- UNI CEN/TS 12201-7 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Parte 7: Guida per la valutazione della conformità;
- UNI ISO/TR 7474 – Tubi e raccordi di polietilene ad alta densità (PEAD). Resistenza chimica nei confronti dei fluidi;
- UNI EN 12106 – Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza alla pressione interna dopo applicazione di schiacciamento;
- UNI EN 12119 – Sistemi di tubazioni di materia plastica. Valvole di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza ai cicli termici.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**42).2 TUBI IN POLIETILENE RETICOLATO (PE-X)**

I tubi di polietilene reticolato sono ottenuti con reticolazione con perossidi, silani, radiazioni ionizzanti o azocomposti, da utilizzarsi per il convogliamento di fluidi caldi alimentari o non alimentari in pressione e con temperature fino a 80°C.

I tubi di polietilene reticolato (PE-X) possono essere utilizzati nella realizzazione degli impianti di distribuzione dell'acqua potabile (calda e fredda).

Negli impianti sanitari, i tubi di PE-X devono essere installati all'interno di una guaina (tubo corrugato) di colore rosso o blu per poter individuare con facilità la tipologia del circuito e per poter rimpiazzare rapidamente e senza difficoltà tratti di tubazione danneggiati.

Le curvature più strette, le diramazioni o i collegamenti devono essere realizzati con raccordi meccanici, poiché il PE-X non è fusibile né incollabile.

I raccordi meccanici per tubi di PE-X possono essere di due tipologie, e cioè ad avvitamento o a compressione (press-fitting).

I raccordi ad avvitamento devono essere realizzati in ottone o acciaio inox. La tenuta idraulica deve essere assicurata dalle guarnizioni poste sulla bussola stessa.

I raccordi a compressione (press-fittings) devono essere composti dal corpo del raccordo realizzato in ottone, acciaio inox o in materiale sintetico (tecnopolimeri) e da una bussola di tenuta in acciaio inox. La tenuta idraulica è assicurata dalla pressione esercitata dal tubo contro le guarnizioni poste sul corpo del raccordo.

**NORME DI RIFERIMENTO**

UNI 9338 – Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per il trasporto di fluidi industriali;

UNI 9349 – Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova.

**42).3 TUBI IN POLIPROPILENE (PP)**

I tubi in polipropilene possono essere utilizzati nella realizzazione di impianti di distribuzione di acqua calda e fredda nell'edilizia civile e industriale, impianti di riscaldamento e scarichi. Nel caso di utilizzo di fluidi alimentari o acqua potabile, dovrà impiegarsi il tipo 312, in grado di sopportare, in pressione, temperature fino 100°C. In generale, per le pressioni di esercizio in funzione della temperatura e della pressione nominale si rimanda a quanto prescritto dalla norma UNI EN ISO 15874-2.

Tutti i tubi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza.

**42).3.1 ASPETTO**

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne ed esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite e prive di cavità, bolle, impurezze e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa influire sulla conformità alla norma. Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.

**42).3.2 MARCATURA**

Tutti i tubi e i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**42).3.3 STOCCAGGIO, MOVIMENTAZIONE E TRASPORTO**

Durante la movimentazione e il trasporto delle tubazioni, dovranno essere prese tutte le necessarie precauzioni per evitarne il danneggiamento. I tubi non dovranno venire in contatto con oggetti taglienti e, quando scaricati, non dovranno essere gettati, lasciati cadere o trascinati a terra.

I tubi dovranno essere stoccati su superfici piane e pulite, e in cataste ordinate e di altezza tale da evitare deformazioni e danneggiamenti, con particolare attenzione ai bicchieri dei tubi.

Si dovranno prendere le necessarie precauzioni quando si maneggiano e si installano le tubazioni a temperature inferiori a 0°C.

**NORME DI RIFERIMENTO**

***a) installazioni di acqua calda e fredda:***

- UNI EN ISO 15874-1 – Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 1: Generalità;
- UNI EN ISO 15874-2 – Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 2: Tubi;
- UNI EN ISO 15874-3 – Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 3: Raccordi;
- UNI EN ISO 15874-5 – Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;
- UNI CEN ISO/TS 15874-7 – Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 7: Guida per la valutazione della conformità;

***b) scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati***

- UNI EN 1451-1 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (PP). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema;
- UNI ENV 1451-2 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (PP). Guida per la valutazione della conformità.
- 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). Parte 1: 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). Parte 2: 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**ART. 43) 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.

**43).1 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 nelle applicazioni sotto il suolo dovrà essere prevenuta mediante blocchi di ancoraggio in cemento. Sopra il suolo, invece, dovranno essere utilizzate apposite staffe di ancoraggio.

**43).2 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.

**43).3 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**ART. 44) TUBI E RACCORDI IN GHISA SFEROIDALE**

I tubi e i raccordi in ghisa sferoidale secondo la norma UNI EN 545 presentano i seguenti diametri nominali (DN): 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000.

Per agevolare l'intercambiabilità tra le forniture di diversi produttori, le tolleranze sul diametro esterno devono rispettare, secondo il tipo, le norme UNI 9163 e UNI 9164.

Per le tolleranze di ovalizzazione relative alle estremità lisce dei tubi e dei raccordi, la norma UNI EN 545 prescrive:

- di attenersi ai limiti di tolleranza del prospetto 14 della citata norma per i tubi aventi DN 40÷200;
- una tolleranza  $\leq 1\%$  per tubi aventi DN 250÷600 e  $\leq 2\%$  per tubi aventi DN > 600.

I tubi in ghisa devono essere forniti secondo il prospetto 3 della norma UNI EN 545, con i seguenti scostamenti ammissibili rispetto alla lunghezza unificata:

- lunghezza unificata 8,15 m =  $\pm 150$  mm;
- altre lunghezze unificate =  $\pm 100$  mm.

Le tolleranze sulle lunghezze dei tubi secondo la norma UNI EN 545 (prospetto 6) sono:

- tubi con bicchiere ed estremità liscia:  $\pm 30$  mm;
- raccordi con giunti a bicchiere:  $\pm 20$  mm;
- tubi e raccordi per giunti a flangia:  $\pm 10$  mm.

La lunghezza utile del tubo è quella del tubo escluso il bicchiere.

Per i tubi e i raccordi lo spessore di parete dovrà essere riferito al diametro nominale (DN). Le classi di spessore unificate sono riportate nel prospetto 9 della norma UNI EN 545.

**NORME DI RIFERIMENTO**

UNI EN 545 – Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Requisiti e metodi di prova;

UNI EN 598 – Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura. Requisiti e metodi di prova;

UNI 9163 – Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico automatico. Dimensioni di accoppiamento e accessori di giunto;

UNI 9164 – Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico a serraggio meccanico. Dimensioni di accoppiamento e accessori di giunto;

UNI EN 12729 – Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile. Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta, famiglia B, tipo A.

**44).1 RIVESTIMENTO INTERNO**

Tutti i tubi, raccordi e pezzi accessori per condotte in ghisa sferoidale devono essere rivestiti all'interno e all'esterno. I tubi, dopo la centrifugazione, saranno ricotti, zincati esternamente e rivestiti all'interno con malta e, infine, ricoperti all'esterno con vernici bituminose.

Per le condotte d'acqua il rivestimento interno, secondo la norma UNI EN 545, può essere realizzato con malta di cemento di altoforno o alluminoso applicata per centrifugazione, poliuretano e vernice bituminosa.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**44).2 RIVESTIMENTO ESTERNO**

Il rivestimento esterno ha la funzione di assicurare una protezione duratura contro l'aggressività chimica dei terreni.

I rivestimenti esterni dei tubi, secondo la norma UNI EN 545, devono essere costituiti da zinco con uno strato di finitura di prodotto bituminoso o di resina sintetica. La direzione dei lavori si riserva di accettare tubi con rivestimenti esterni in nastri adesivi, malta di cemento con fibre, poliuretano, polipropilene estruso, polietilene estruso e rivestimento con manicotto di polietilene.

**NORME DI RIFERIMENTO**

UNI EN 14628 – Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di polietilene per tubi. Requisiti e metodi di prova;  
UNI EN 15189 – Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di poliuretano dei tubi. Requisiti e metodi di prova;  
UNI EN 15542 – Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di malta cementizia per tubi. Requisiti e metodi di prova

**44).3 PROTEZIONE ESTERNA IN POLIETILENE**

Prima del manicottaggio, i tubi e i raccordi devono essere il più asciutti e puliti possibile, evitando in particolare la presenza di terra tra il tubo e il manicotto.

Il manicotto in polietilene (UNI EN 14628) deve essere applicato perfettamente sulla condotta con opportune piegature e legature. La piega deve sempre essere realizzata sulla generatrice superiore del tubo, al fine di limitare i possibili rischi di danneggiamento del manicotto durante il rinterro. È vietato l'impiego di manicotti strappati. I manicotti con piccoli strappi devono essere riparati con nastro adesivo. Quelli con strappi più grandi, invece, devono essere riparati con pezzi di manicotto supplementari in grado di ricoprire tutta la zona danneggiata.

Il rivestimento realizzato dal manicotto della canna e dal manicotto del giunto deve assicurare la continuità totale della protezione

**44).4 RACCORDI**

I raccordi in ghisa sferoidale devono essere conformi alle norme UNI EN 598 e/o UNI EN 545.

I raccordi per condotte in pressione devono essere sottoposti in stabilimento a collaudo effettuato con aria, ad una pressione di 1 bar, oppure ad altra prova di tenuta equivalente (UNI EN 598).

Devono inoltre avere le estremità a bicchiere per giunzioni automatiche a mezzo anelli in gomma oppure a flangia.

**44).5 REQUISITI DI ACCETTAZIONE**

I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte, non devono presentare alcun difetto o aver subito durante la movimentazione danneggiamenti che possano nuocere al loro impiego.

I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte che presentino piccole imperfezioni, inevitabili per i processi di fabbricazione e che non nuociano in alcun modo al loro impiego, o che abbiano subito danneggiamenti durante la movimentazione o in caso di incidenti, potranno essere accettati, previa riparazione e



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

benessere del committente. La riparazione di alcuni difetti o danni dovrà essere eseguita con i metodi appropriati indicati dal produttore.

**44).6 VALVOLE**

Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alle norme UNI EN 1074 -1 e UNI EN 1074-2.

Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma UNI EN 12729.

Le valvole di sicurezza per apparecchi in pressione devono rispondere alla norma UNI EN ISO 4126-1.

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità, completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.

**NORME DI RIFERIMENTO**

UNI EN 1074-1 – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Requisiti generali;

UNI EN 1074-2 – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Valvole di intercettazione;

UNI EN 1074-2 – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Parte 2: Valvole di intercettazione;

UNI EN 1074-3 – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove di verifica idonee. Valvole di ritegno;

UNI EN 1074-4 – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Sfiati d'aria;

UNI EN 1074-5 – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Valvole di regolazione;

UNI EN 1074-6 – Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di idoneità all'impiego e prove idonee di verifica. Parte 6: Idranti;

UNI EN ISO 4126-1 – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 1: Valvole di sicurezza;

UNI EN ISO 4126-2 – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Dispositivi di sicurezza a disco di rottura;

UNI EN ISO 4126-3 – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 3: Valvole di sicurezza in combinazione con dispositivi di sicurezza a disco di rottura;

UNI EN ISO 4126-4 – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 4: Valvole di sicurezza comandate da pilota;

UNI EN ISO 4126-5 – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 5: Sistemi di sicurezza controllati (csprs);

UNI EN ISO 4126-6 – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 6: Applicazione, selezione e installazione dei dispositivi di sicurezza a disco di rottura;

UNI EN ISO 4126-7 – Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 7: Dati comuni.

**44).7 MARCATURA DEI TUBI E DEI RACCORDI**

La marcatura dei tubi dovrà essere eseguita con prodotti indelebili e apposta nella zona centrale dei manufatti, e dovrà comprendere:

- indicazioni che devono essere ottenute direttamente nella fusione del getto:



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- designazione gs;
- numero di matricola;
- classificazione delle flange secondo la PN (eventuale);
- marchio di fabbrica del produttore;
- anno di fabbricazione;
- diametro nominale (dn);
- indicazioni che possono essere applicate con qualsiasi metodo (pitturazione) o sull'imballaggio:
  - norma UNI di riferimento;
  - certificazione rilasciata da terzi (eventuale);
  - designazione della classe di spessore dei tubi centrifugati (quando diversa da K 9).



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**PARTE V – NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

**ART. 45) RILIEVI, TRACCIAMENTI E CAPISALDI**

**45).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.

**45).2 TRACCIAMENTI**

L'esecuzione delle opere di fondazione deve essere preceduta dal tracciamento sul terreno delle strutture portanti alla quota indicata dal progetto esecutivo.

**45).3 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 segnalizzazione dei capisaldi e quella di misura devono essere separate da un adeguato intervallo di tempo, per consentire ai capisaldi di assumere un assetto stabile.

**45).4 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  $5 \text{ mm} \pm 10 \text{ E} - 6 \cdot \text{D}$  (con D espressa in km). In alternativa, è possibile utilizzare la total station con prestazioni analoghe.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**45).5 PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI**

Entro 20 (venti) giorni dalla data del verbale di consegna, e comunque 10 (dieci) 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. 46) ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE - IMPIANTO DEL CANTIERE E ORDINE DEI LAVORI**

**46).1 IMPIANTO DEL CANTIERE**

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del cantiere non oltre il termine di 10 (dieci) giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori.

**46).2 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 13.09.1982 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**46).3 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).

**46).4 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.

**46).5 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 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.

**46).6 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 1,00 x 2,00 m, recheranno impresse a colori indelebili le diciture riportate, con le eventuali modifiche e integrazioni necessarie per adattare ai casi specifici.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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 100,00 (cento). Sarà, inoltre, applicata una penale giornaliera di euro 25,00 (venticinque) 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.

**46).7 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.

**46).8 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.

**46).8.1 TESTO UNICO EDILIZIA**

- D.P.R. 06.06.2001, n° 380 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.

**46).8.2 NORME TECNICHE STRUTTURALI**

- Legge 05.11.1971, n° 1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica;
- Legge 02.02.1974, n° 64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- C.M. 09.01.1980, n° 20049 – 05.11.1971, n° 1086. Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato;
- D.M. 20.11.1987 – Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento;
- D.M. 11.03.1988 – 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;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- C.M. 24.09.1988, n° 30483 – Legge 02.02.1974, n° 64, art. 1. D.M. 11.03.1988. 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. 04.01.1989, 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. 16.03.1989, n° 31104 – Legge 02.02.1974, n° 64, art. 1. Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- D.M. 09.01.1996 – 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. 16.01.1996 – Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;
- D.M. 16.01.1996 – Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;
- C.M. 04.07.1996, 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. 15.10.1996, 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. 09.01.1996;
- C.M. 29.10.1996 – Istruzioni generali per la redazione dei progetti di restauro nei beni architettonici di valore storico-artistico in zona sismica;
- C.M. 10.04.1997, n° 65/AA.GG. – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche, di cui al D.M. 16.01.1996;
- C.M. 14.12.1999, n° 346/STC – Legge 05.11.1971, n° 1086, art. 20. Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione;
- Ord.P.C.M. 20.03.2003, 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. 14.09.2005 – Norme Tecniche per le Costruzioni;
- D.M. 14.01.2008 – Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;
- D.M. 06.05.2008 – Integrazione al Decreto 14.01.2008 di approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.
- C.M. 02.02.2009, n° 617 – Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008.

**46).8.3 PRODOTTI DA COSTRUZIONE**

- D.P.R. 21.04.1993, n° 246 – Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;
- D.M. 09.05.2003, 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. 21.04.1993, n° 246;
- D.M. 05.03.2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con D.P.R. 21.04.1993, n° 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Isolanti termici per edilizia»;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- D.M. 05.03.2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con D.P.R. 21.04.1993, n° 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Accessori per serramenti»;
- D.M. 05.03.2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con D.P.R. 21.04.1993, 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. 05.03.2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione recepita con D.P.R. 21.04.1993, 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. 05.03.2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con D.P.R. 21.04.1993, 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. 05.03.2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con D.P.R. 21.04.1993, n° 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità delle «Installazioni fisse antincendio»;
- D.M. 05.03.2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con D.P.R. 21.04.1993, 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. 05.03.2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con D.P.R. 21.04.1993, n° 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per gli «Impianti fissi antincendio. Componenti per sistemi a CO2»;
- D.M. 05.03.2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con D.P.R. 21.04.1993, 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. 11.04.2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con D.P.R. 21.04.1993, n° 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati;
- D.M. 11.04.2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con D.P.R. 21.04.1993, n° 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di appoggi strutturali;
- D.M. 11.04.2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con D.P.R. 21.04.1993, n° 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di geotessili e prodotti affini.

**46).8.4 PREVENZIONE INCENDI**

- D.M. 15.09.2005 – 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. 16.02.2007 – Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- D.M. 09.03.2007 – Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco.

**46).8.5 IMPIANTI ALL'INTERNO DEGLI EDIFICI**

- Legge 05.03.1990, n° 46 – Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.M. 22.01.2008, n° 37 – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge n° 248 del 02.12.2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- C.M. 27.02.2007, n° 11411 – Utilizzazione di raccordi a pressione in reti di adduzione di gas negli edifici civili.

**46).8.6 RENDIMENTO ENERGETICO NELL'EDILIZIA**

- D.M. 2707.2005 – Norma concernente il regolamento d'attuazione della legge 09.01.1991, 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. 19.09.2005, n° 192 – Attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D.Lgs. 29.12.2006, 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. 02.04.2009, n° 59 - Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del D.Lgs 19.09.2005, n° 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

**46).8.7 BARRIERE ARCHITETTONICHE**

- Legge 09.01.1989, n° 13 – Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;
- D.M. 14.06.1989, 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. 24.07.1996, n° 503 – Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche, negli edifici, spazi e servizi pubblici.

**46).8.8 ESPROPRIAZIONE PER PUBBLICA UTILITÀ**

- D.P.R. 08.06.2001, n° 327 – Testo unico sulle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazioni per pubblica utilità.

**46).8.9 RIFIUTI E AMBIENTE**

- D.Lgs. 05.02.1997, 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. 08.05.2003, 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. 03.04.2006, n° 152 – Norme in materia ambientale;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- Legge 28.01.2009, n° 2 – Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 29.11.2008, 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.

**46).8.10 ACQUE**

- D.Lgs. 11.05.1999, 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.

**46).8.11 BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO**

- D.Lgs. 22.01.2004, n° 42 – Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 06.07.2002, n° 137.

**46).8.12 CODICE DELLA STRADA**

- D.Lgs. 30.04.1992, n° 285 – Nuovo codice della strada.

**46).8.13 CONTRATTI PUBBLICI**

- Legge 20.03.1865, n° 2248 – Legge sui lavori pubblici (Allegato F);
- D.P.R. 21.12.1999, n° 554 – Regolamento di attuazione della Legge 11.02.1994, n° 109 (Legge quadro in materia di lavori pubblici), e successive modificazioni;
- D.M. 19.04.2000, n° 145 – Regolamento recante il Capitolato Generale d'Appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della Legge 11.02.1994, n° 109, e successive modificazioni;
- Legge 21.12.2001, n° 443 – Delega al governo in materia di infrastrutture e insediamenti produttivi strategici e altri interventi per il rilancio delle attività produttive;
- D.Lgs. 12.04.2006, n° 163 – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.

**46).8.14 SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO**

- D.Lgs. 09.04.2008, n° 81 – Attuazione dell'articolo 1 della Legge 03.09.2007, n° 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**46).9    *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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**PARTE VI – MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE**

**ART. 47) DEMOLIZIONI**

**47).1 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. 06.09.1994 recante normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della Legge 27.03.1992, 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.

**47).2 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.

**47).3 IDONEITÀ DELLE OPERE PROVVISORIALI**

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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**47).4 ORDINE DELLE DEMOLIZIONI. PROGRAMMA DI DEMOLIZIONE**

I lavori di demolizione, come stabilito dall'art. 151 del D.Lgs, 09.04.2008, 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.

**47).5 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.

**47).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.

**47).7 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**47).8 DEMOLIZIONE PER ROVESCIMENTO**

.....omissis.....

**ART. 48) SCAVI E SBANCAMENTI**

**48).1 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.

**48).2 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.

**48).3 SMACCHIAMENTO DELL'AREA**

.....omissis.....

**48).4 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.

**48).5 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**48).6 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.

**48).7 SCAVI IN PRESENZA D'ACQUA**

Si definiscono scavi in acqua sia quelli di sbancamento, sia quelli a sezione obbligata, siti in terreni di qualsiasi natura e consistenza o in roccia tenera o dura, eseguiti oltre la profondità di 20 cm sotto il livello delle acque esistenti nel terreno.

L'Appaltatore deve, a sua cura e spese, eseguire tutte le opere provvisorie necessarie e sufficienti, inclusi eventuali canali fuggatori, scoline, pozzi perdenti, ecc. per il deflusso naturale delle acque freatiche degli scavi. Qualora, a giudizio della Committente, risulti impossibile esaurire le acque con opere provvisorie, l'Appaltatore è tenuto a fornire a nolo le pompe o altri mezzi idonei, nel numero e con le portate e prevalenze tali da garantire la continuità dei lavori nel rispetto dei programmi, senza provocare danni ad altri manufatti ed opere e senza causare interruzioni e/o interferenze a lavori di terzi. L'Appaltatore deve adottare, tutti gli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte e dei calcestruzzi durante l'esecuzione dei getti di fondazione e/o delle murature. In ogni caso, qualora l'acqua venga eliminata mediante opere provvisorie e/o con l'impiego di pompe, lo scavo viene considerato come eseguito all'asciutto ai fini della contabilità lavori, in quanto le opere provvisorie, e/o le pompe, sono contabilizzate a parte. Qualora la Committente decida di non eseguire l'aggettamento, gli scavi vengono considerati come veri e propri scavi in acqua e sono compensati con il relativo sovrapprezzo, che sarà applicato alle quantità scavate a partire da 20 cm sotto il livello costante medio a cui si stabilizzano le acque nel periodo in cui gli scavi stessi vengono eseguiti. Tale livello è rilevato in contraddittorio tra la Committente e l'Appaltatore.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**48).8 IMPIEGO DI ESPLOSIVI**

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

**48).9 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.

**48).10 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.

**48).11 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 oltreché, 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.

**48).12 MANUTENZIONE DEGLI SCAVI**

Gli scavi di fondazione dovranno essere mantenuti asciutti, in relazione al tipo di lavoro da eseguire.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**48).13 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.

**48).14 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. 49) 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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'assestamento delle terre, affinché, al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

**ART. 50) PARATIE E DIAFRAMMI**

***PALANCOLE METALLICHE***

Le palancole dovranno essere poste in opera con precisione lungo le linee indicate in progetto ed alle quote prefissate; l'Appaltatore dovrà provvedere a predisporre le dime, le guide o i riscontri necessari per la perfetta esecuzione dell'opera.

L'apparecchiatura di infissione delle palancole dovrà essere tale da garantire, durante la battitura, la verticalità e l'accurato allineamento delle stesse.

Per una buona esecuzione della palancolata metallica è condizione necessaria che la scelta del metodo d'infissione e della tecnica di battitura siano adatti al particolare lavoro da eseguire.

L'Appaltatore prima di dare inizio ai lavori dovrà:

- effettuare la scelta del numero e dell'ubicazione delle prove d'infissione al fine di determinare i punti di presumibile difficoltà;
- riconoscere la stratigrafia dei terreni interessati correlando le indicazioni geotecniche fornite con i dati reali di prova d'infissione;
- effettuare un piano di infissione con l'indicazione di tutti i punti particolari e del metodo previsto d'infissione (a palanca singola o doppia, oppure "autoguidata", a pannelli continui o alternati ecc.) per i diversi tratti di terreno interessati;
- effettuare la scelta della tecnica d'infissione e di conseguenza il tipo o i tipi di martelli o vibratorii per le varie tratte ed i relativi caschi di battitura;
- prevedere, nel caso se ne ravvisi la possibilità d'intervento, l'approntamento dell'apparecchiatura per la "lancia ad acqua", in unione agli altri mezzi di infissione;
- effettuare prove di estrazione delle palancole infisse nel terreno alle quote di progetto.

Tutte le scelte di cui sopra dovranno essere sottoposte all'approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

Durante l'esecuzione dei lavori dovranno essere effettuate frequenti verifiche del posizionamento planoaltimetrico della palancolata; le palancole che manifestino deviazioni eccessive rispetto alla linea teorica di infissione dovranno essere estratte e reinfisse oppure sostituite nel caso presentino danneggiamenti.

Per correggere difetti di verticalità non possono essere usate palancole rastremate senza la preventiva approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

I profili che raggiungono il rifiuto ad una quota inferiore a quella di progetto non possono essere tagliati senza il benestare dell'Ufficio di Direzione Lavori che decide inoltre l'inserimento di eventuali tiranti.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Le palancole tagliate devono essere registrate indicando la lunghezza della parte asportata.

**ART. 51) FONDAZIONI DIRETTE**

**51).1 SCAVI DI FONDAZIONE**

Le fondazioni dirette o superficiali sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in elevato agli strati superficiali del terreno.

La profondità del piano di posa delle fondazioni deve essere quella prevista dal progetto esecutivo. Eventuali variazioni o diversa natura del terreno devono essere comunicate tempestivamente alla direzione dei lavori, perché possa prendere i provvedimenti del caso.

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione dell'opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo, eventualmente indicato dal direttore dei lavori.

In generale, il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno ed essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

**51).2 CORRISPONDENZA TRA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA "DI PROGETTO" E SITUAZIONE EFFETTIVA**

In corso d'opera, il Direttore dei Lavori deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto esecutivo e la situazione effettiva del terreno.

**51).3 MAGRONE**

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia e il necessario costipamento dello stesso, uno strato di calcestruzzo magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.

Lo spessore dello strato di calcestruzzo magro è quello indicato negli elaborati progettuali esecutivi delle strutture.

**ART. 52) MICROPALI**

**52).1 GENERALITÀ**

I pali dovranno avere diametro massimo pari a 250 millimetri ed il getto del palo deve essere fatto con malte di cemento iniettate a pressione.

L'armatura è costituita da elementi tubolari d'acciaio.

In relazione al tipo di getto si distinguono i seguenti due tipi di micropalo:



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- con iniezione a bassa pressione;
- con iniezione ad alta pressione, anche ripetuta.

**52).2 TOLLERANZE GEOMETRICHE**

Rispetto alle dimensioni indicate nei disegni sono ammesse le seguenti tolleranze:

- sulle coordinate planimetriche:  $\cong 5$  cm
- sulla verticalità: 2%

il diametro dell'utensile di perforazione deve risultare non inferiore al diametro nominale del micropalo.

**52).3 MODALITÀ ESECUTIVE**

La perforazione dovrà essere eseguita a distruzione, a rotazione o rotopercolazione, secondo il tipo di terreno da attraversare.

Vengono utilizzate teste di rotazione o rotopercolazione oppure utensili operanti a fondo foro (wireline, martello a fondo foro).

Il fluido per il raffreddamento dell'utensile e per l'asportazione dei detriti può essere costituito da aria, schiume, acqua o fanghi, secondo terreno, attrezzatura e tecnica adottati.

La circolazione di aria o schiuma non può essere utilizzata attraversando terreni non lapidei al di sotto del livello di falda.

L'adozione di un rivestimento metallico provvisorio a sostegno delle pareti può risultare necessaria o meno in relazione al tipo di terreno attraversato o della tecnica di perforazione adottata.

Il rivestimento è d'obbligo nelle perforazioni per micropali da iniettare a bassa pressione.

La trivellazione può in certi terreni essere eseguita anche con elica continua senza fluido in circolazione.

La perforazione deve essere comunque condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto, in particolare deve essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Al termine della perforazione il foro viene accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo deve assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di formazione della guaina, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi continui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

**52).4 FORMAZIONE DEL FUSTO DEL MICROPALO**

La formazione del fusto dovrà iniziare immediatamente dopo la perforazione di ciascun micropalo. In caso contrario la perforatrice dovrà restare in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e si dovrà provvedere quindi alla pulizia del prefondo, subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta. In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta.

La miscela cementizia per l'iniezione dovrà essere così composta:

- dosaggio cemento d'alto forno o pozzolanico tipo 425  $\cong 600$  kg/m<sup>3</sup>
- rapporto acqua/cemento  $\cong 0,50$



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- rapporto inerti/cemento  $\cong 0,03$
- rapporto fluidificanti/cemento  $\cong 0,03$
- rapporto bentonite/cemento  $\cong 0,04$

Come inerti sono ammessi ceneri volanti oppure polverino calcareo con il requisito di essere totalmente passanti al vaglio 0,075 mm.

La resistenza cubica a compressione deve risultare  $\cong 30$  MPa.

**52).5 MICROPALI A BASSA PRESSIONE**

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio, tramite apposito tubo di convogliamento.

Successivamente si applica al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invia aria in pressione (0,50÷0,60 MPa) mentre si solleva gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonta allora la sezione superiore del rivestimento e si applica la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabbocco dall'alto per riportare a livello la malta. Si procede analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno può essere consigliabile evitare la pressione d'aria agli ultimi 5÷6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

**52).6 MICROPALI CON INIEZIONE AD ALTA PRESSIONE**

Le fasi della formazione del fusto sono le seguenti:

- Formazione della guaina, cioè riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del preforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione ed otturatore semplice la valvola più bassa finché la malta risale fino alla bocca del foro.

Qualora si impieghi per la perforazione un fango di cemento e bentonite destinato a rimanere nel foro per la formazione della guaina, esso sarà confezionato adottando i seguenti rapporti di peso:

- bentonite/acqua: 0,05÷0,08;
- cemento/acqua: 1,80÷2,30.
- Lavaggio con acqua all'interno del tubo a valvola.

- Iniezione ad alta pressione: avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si iniettano valvola per valvola volumi di malta non eccedenti il triplo del volume del preforo di competenza della valvola che viene iniettata, senza superare durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage"), segnalata da un brusco calo di pressione nelle fasi di iniezione.

- Lavaggio con acqua all'interno del tubo.

Avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripete l'iniezione in pressione limitatamente alle valvole per le quali:

- il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto, a causa dell'incipiente fratturazione idraulica del terreno;
- le pressioni residue di iniezione misurata a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superino 0,7 MPa.
- Al termine delle iniezioni si deve riempire a gravità l'interno del tubo.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**52).7 ARMATURE METALLICHE**

Le armature metalliche devono essere estese a tutta la lunghezza del micropalo e devono sporgere di quanto definito dal progetto, fino ad un massimo di 150 cm, dalla quota testa micropalo, finito e scapitozzato, in modo da immorsarsi nella fondazione.

Si devono usare tubi di acciaio senza saldatura longitudinale. Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo possono essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Nel caso di getto del micropalo ad alta pressione i tubi di armatura devono essere dotati di apposite valvole, 2 o 3 ogni metro lineare, per l'iniezione. Essi devono essere scivolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta, allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole devono essere costituite da manicotti di gomma di spessore minimo di 3.5 mm aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro  $\cong$  4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

In alternativa l'Appaltatore può sottoporre all'approvazione dell'Ufficio di Direzione Lavori l'impiego di tipi di valvole brevettate o comunque sperimentate, fornendo la relativa documentazione tecnica ed esempi di lavoro svolti. La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo. Le armature tubolari devono essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

**52).8 CONTROLLI E DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI**

In corso di iniezione si preleva un campione di miscela per ogni micropalo, col quale sono confezionati cubetti di 10 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo, salvo diversa indicazione dell'Ufficio di Direzione Lavori.

L'esecuzione di ogni singolo micropalo deve essere documentata mediante la compilazione di una apposita scheda sulla quale si registrano i dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data del getto;
- quantità di miscela posta in opera nella formazione del fusto;
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa;
- lunghezza totale del micropalo: quote fondo e testa micropalo;
- geometria dei tubi di armatura.

**ART. 53) CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO**

**53).1 CALCESTRUZZO PER GETTI SEMPLICI ED ARMATI**

**53).1.1 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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 impreviste 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.

Nel prosieguo verranno indicate le caratteristiche del calcestruzzo, in modo che l'impresa appaltatrice possa assumerle come riferimento nello studio della relativa miscela.

**53).1.2 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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 25 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.

**53).1.3 CONTENUTO DI CEMENTO**

Il contenuto minimo del cemento sarà di 280 kg/mc di calcestruzzo vibrato in opera e dovrà essere controllato 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.

**53).1.4 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/mc). 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 0,60, potrà ridursi, pur evitando di scendere al di sotto di 0,45, 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

comunque non superiori a 200 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.

**53).1.5 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.

La misura della quantità d'aria inglobata verrà effettuata volumetricamente secondo le modalità della norma UNI EN 12350-7.

**53).1.6 RESISTENZE MECCANICHE**

La formulazione prescelta per il calcestruzzo dovrà essere tale da garantire i valori minimi di resistenza meccanica illustrati nella tabella 53.1, 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 53.1 - Valori minimi di resistenza meccanica  
(Parametri caratteristici e tensioni limite per il metodo degli stati limite)

Stagionatura	A 3 giorni	A 28 giorni
Compressione	50% $R_{ck}$	$R_{ck}$

$R_{ck}$	$f_{cd} = 0.52 R_{ck}$	$0.85 f_{cd} = 0.44 R_{ck}$	$0.35 R_{ck}$	$f_{ctd}$	$E_c$	$\nu$	u.m.
20/25	13.0	11.0	8.75	1.0	27 919	0.12	N/mm <sup>2</sup>
25/30	15.6	13.2	10.5	1.1	30 587	0.12	N/mm <sup>2</sup>
28/35	18.2	15.4	12.3	1.3	33 035	0.12	N/mm <sup>2</sup>
32/40	20.8	17.6	14.0	1.4	35 316	0.12	N/mm <sup>2</sup>
35/45	23.4	19.8	15.8	1.5	37 458	0.12	N/mm <sup>2</sup>
40/50	26.0	22.0	17.5	1.6	39 484	0.12	N/mm <sup>2</sup>

legenda:

$f_{cd}$  (resistenza di calcolo cilindrica);

$$f_{cd} = 0.83 R_{ck} / \gamma_c, (\gamma_c = 1.6); f_{cd} = 0.83 R_{ck} / 1.6 = 0.52 R_{ck};$$

$0.85 f_{cd}$  (tensione di calcolo a compressione cls per le verifiche SLU a presso-tenso flessione);

$$0.85 f_{cd} = 0.85 \cdot 0.83 R_{ck} / 1.6 = 0.44 R_{ck};$$

$0.35 R_{ck}$  (tensione di calcolo per sola compressione);

$f_{ctd}$  (resistenza di calcolo a trazione);

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c; f_{ctk} = 0.7 \cdot 0.27 R_{ck}^{2/3} \text{ (N/mm}^2\text{)};$$

$E_c$  modulo di elasticità normale;

$\nu$  coefficiente di Poisson.

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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

<b>53).2</b> <b>CONFEZIONE E TRASPORTO DEL CALCESTRUZZO PER STRUTTURE IN CALCESTRUZZO SEMPLICE E ARMATO</b>
---

**53).2.1    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 allorché 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.

**53).2.2    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:



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 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.

### **53).2.3 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.

### **53).2.4 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

**53).2.5 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 caratteristica e classe di consistenza.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

<b>NORME DI RIFERIMENTO</b>
-----------------------------

UNI EN 206-1 – Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
--

<b>53).3 GETTO DEL CALCESTRUZZO PER STRUTTURE IN CALCESTRUZZO SEMPLICE E ARMATO</b>
---

**53).3.1 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;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 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.

**53).3.2 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 casseforme;
- 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 casseforme, 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.

**53).3.3 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**53).3.4 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 trenta volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) 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.

**53).3.5 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 vibratori, 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



COMUNE DI GENOVA

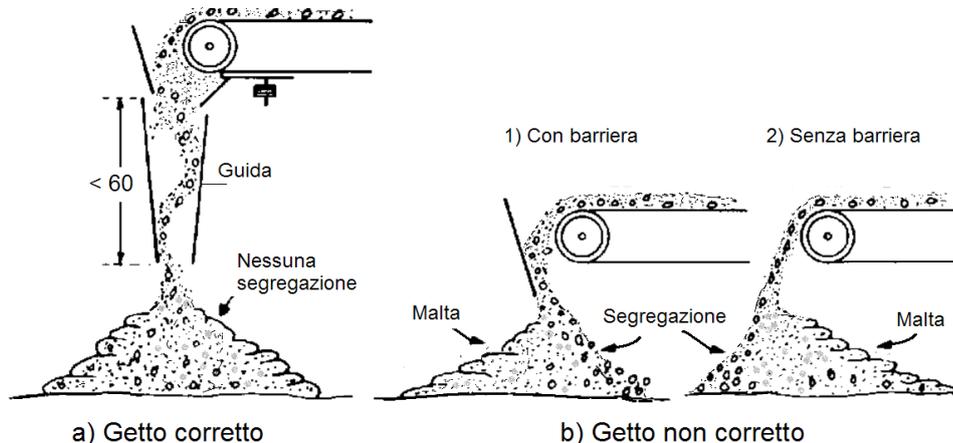
**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.

**53).3.6 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.



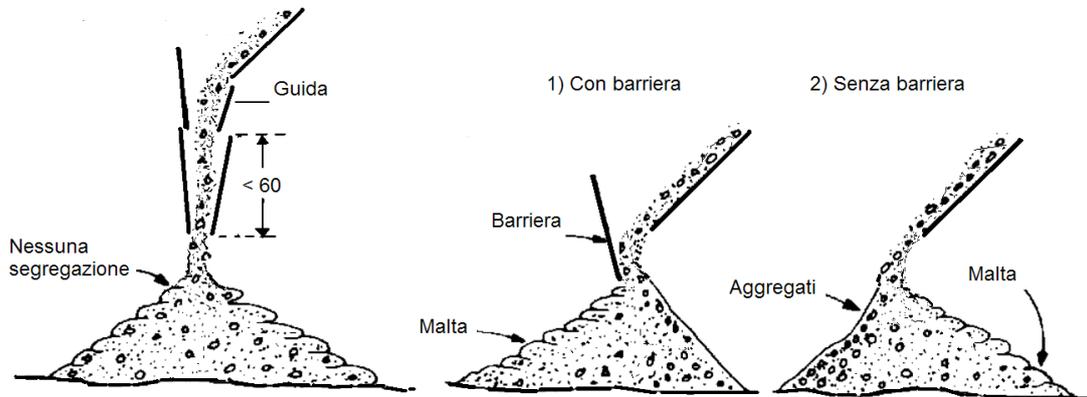
a) Getto corretto  
b) Getto non corretto

Figura 53.1 - 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.



COMUNE DI GENOVA

AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE



a) Getto corretto

b) Getto non corretto

Figura 53.2 - 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.

### **53).3.7 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  $> +5^{\circ}\text{C}$ . 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  $0^{\circ} \leq \text{C}$ . 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 N/mm<sup>2</sup>), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.

Il valore limite (5 N/mm<sup>2</sup>) 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 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella 53.2 sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

Tabella 53.2 - Temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto

<i>Dimensione minima della sezione [mmq]</i>			
< 300	300 ÷ 900	900 ÷ 1800	> 1800
<i>Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera</i>			
13°C	10°C	7°C	5°C
<i>Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione</i>			
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.

### **53).3.8 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 durante la posa 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:



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 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.

**53).3.9 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;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 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.

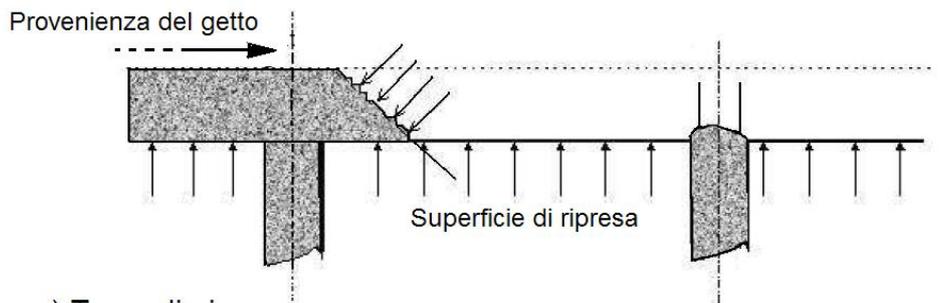
La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- 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.

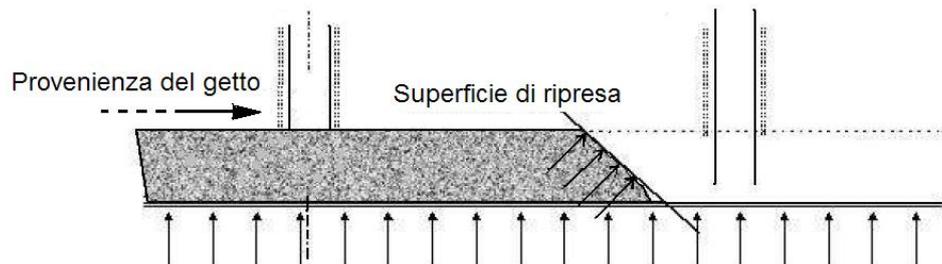
Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come elementi tesi in tralici resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti 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 53.3 - Modalità di ripresa del getto in travi di piano e di fondazione



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

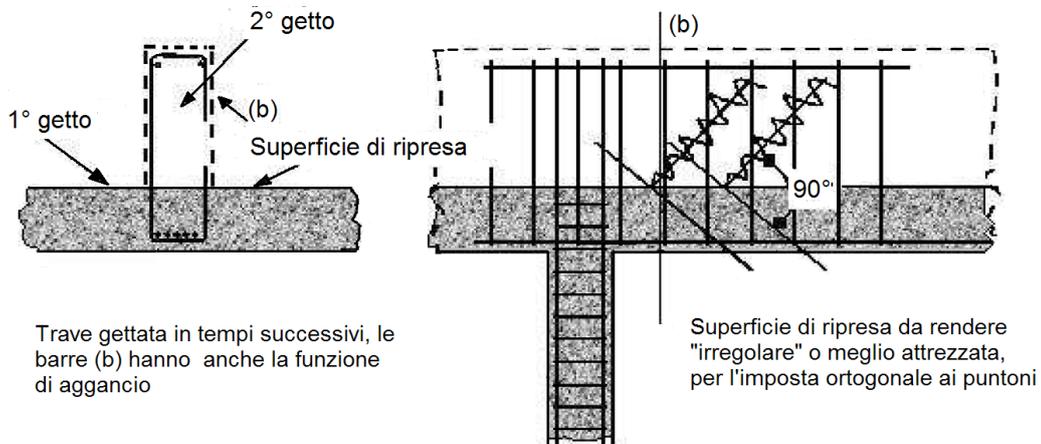


Figura 53.4 - Modalità di ripresa del getto su travi di spessore elevato

**53).4 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.

**53).4.1 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

I vibratori 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 vibratori 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 vibratori 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.

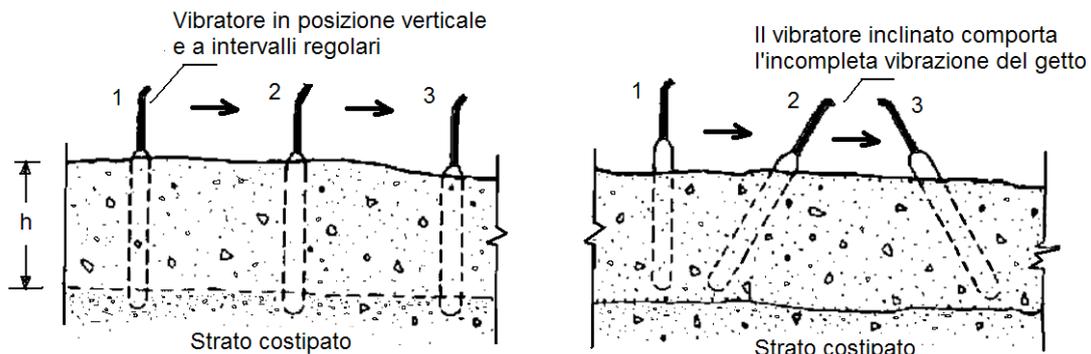
I vibratori esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione ma possono, comunque, essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d'armatura limita o impedisce l'inserimento di un vibratore ad immersione.

I vibratori 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA**  
**DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**



a) Vibrazione corretta                      b) Vibrazione errata  
Figura 53.5 - Esecuzione del getto e modalità di costipazione mediante  
vibrazione interna

**53).5      STAGIONATURA**

**53).5.1    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.

**53).5.2    PROTEZIONE IN GENERALE**

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 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.

**53).5.3 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:

- a) cassaforma isolante;
- b) sabbia e foglio di polietilene;
- c) immersione in leggero strato d'acqua;
- d) coibentazione con teli flessibili.

**53).5.3.1 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.

**53).5.3.2 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.

**53).5.3.3 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperatura sulla superficie per effetto dell'evaporazione.

**53).5.3.4 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.

**53).5.4 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°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 53.3 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 53.3 - 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<sub>cm</sub> 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°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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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**

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.

**53).5.5 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.

**53).5.6 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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*).

<b>53).6 CASSEFORME E PUNTELLI PER STRUTTURE IN CALCESTRUZZO SEMPLICE E ARMATO</b>
--

**53).6.1 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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 53.4 sono indicati i principali difetti delle casseforme, le conseguenze e le possibili precauzioni per evitare, o almeno contenere, i difetti stessi.

Tabella 53.4 - Difetti delle casseforme, conseguenze e precauzioni

<i>Difetti</i>	<i>Conseguenze</i>	<i>Precauzioni</i>
<i>Per le casseforme</i>		
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
<i>Per i pannelli</i>		
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 assorbente non	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
<i>Per i prodotti disarmanti</i>		
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

**53).6.2 CASSEFORME SPECIALI**

Le casseforme speciali più frequentemente utilizzate sono quelle rampanti e quelle scorrevoli orizzontali e verticali.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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 cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

### **53).6.3 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Tabella 53.5 - Legname per carpenteria

<i>Tavolame</i>	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
<i>Legname segato</i>	travi (sostacchine)	sezione quadrata da 12x12 a 20x20 cm lunghezza 4 m
<i>Legname tondo</i>	antenne, candeie	diametro min 12 cm lunghezza > 10÷12 cm
	pali, ritti	diametro 10÷12 cm lunghezza > 6÷12 cm
<i>Residui di lavorazioni precedenti</i>	da tavole (mascelle) da travi (mozzature)	lunghezza >20 cm

Fonte: AITEC, Il cemento armato: carpenteria.

#### **53.6.4 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.

#### **53).6.5 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,



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**53).6.6 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, marca-piano, ecc....).

**53).6.7 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**53).6.8 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 interruttrive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

**53).6.9 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 indicati nella Tabella 53.6 e/o prescritti dalle vigenti Normative. 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Tabella 53.6 - Tempi minimi per il disarmo delle strutture in C.A. dalla data del getto

<i>Strutture</i>	<i>Calcestruzzo normale [giorni]</i>	<i>Calcestruzzo ad alta resistenza [giorni]</i>
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

**53).6.10 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.

**53).6.11 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.

**53).6.12 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.

**53).6.13 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**53).6.14 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 53.7 - Nidi di ghiaia

<i>Nidi di ghiaia (presenza di aggregato grosso non ricoperto da malta cementizia)</i>		
	<i>Cause</i>	<i>Rimedi</i>
Progettuali	Sezione con forte congestione dei ferri di armatura e mancanza di spazio per l'introduzione dei vibratorii	Adeguare la disposizione delle armature
Casseforme	Giunti non a tenuta, che permettono la fuoriuscita di acqua, boiaccia o malta	Adeguare le casseforme
Proprietà del calcestruzzo fresco	Carenza di fini, scarsa lavorabilità o eccesso d'acqua, indurimento anticipato, diametro massimo degli aggregati in relazione alle dimensioni del getto	Correggere la miscela
Messa in opera	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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Compattazione	Vibratori sottodimensionati per potenza, frequenza o ampiezza, tempo di vibrazione troppo breve o eccessivo, distanza eccessiva tra i punti di vibrazione, numero di vibratorii insufficiente	Correggere l'uso dei vibratorii
---------------	---	---------------------------------

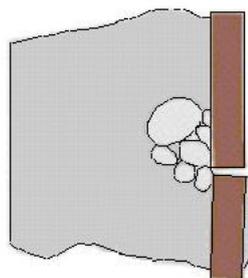
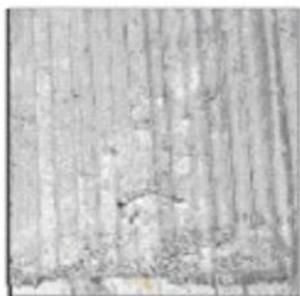


Figura 53.6 - Nidi di ghiaia

Tabella 53.8 - Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma

*Cavità singole sulla superficie di forma irregolare e dimensione fino a 20 mm*

<i>Cause</i>		<i>Rimedi</i>
<i>Progettuali</i>	Superfici di getto in contropendenza o con interferenze	-
<i>Casseforme</i>	Superfici delle casseforme impermeabili, poco bagnabili, troppo flessibili, e con agente disarmante inadeguato	Adeguare il disarmante
<i>Condizioni operative</i>	Agente disarmante applicato in misura eccessiva o non nebulizzato, temperatura del calcestruzzo troppo elevata	Correggere l'applicazione del disarmante
<i>Proprietà del calcestruzzo fresco</i>	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
<i>Messa in opera</i>	Messa in opera del calcestruzzo discontinua o troppo lenta, portata della pompa o delle tubazioni inadeguata	Assicurare la continuità del getto
<i>Compattazione</i>	Ampiezza di vibrazione eccessiva, vibratore mantenuto fermo e/o parzialmente immerso, vibrazione esterna inadeguata	Correggere il metodo di vibrazione



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

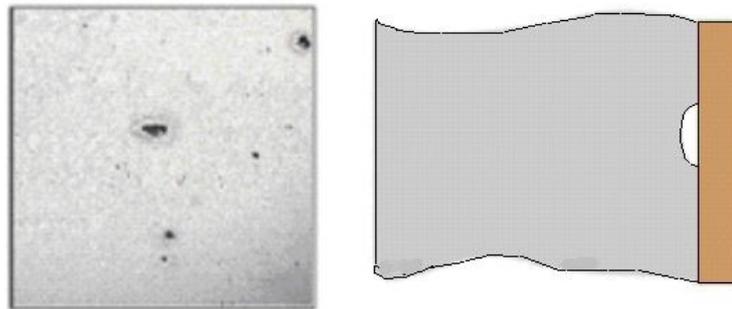


Figura 53.7 - Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma

Tabella 53.9 - Giunti delle casseforme in evidenza

*Superfici dei giunti con evidenza di aggregati fini o grossi carenti in cemento, generalmente delimitati da superfici scure*

<i>Cause</i>		<i>Rimedi</i>
<i>Casseforme</i>	Mancanza di tenuta nei giunti delle casseforme o nei raccordi di fissaggio, con sigillatura inadeguata	Adeguare le casseforme
<i>Condizioni operative</i>	Spostamento laterale del calcestruzzo	Correggere il metodo di messa in opera
<i>Proprietà del calcestruzzo fresco</i>	Eccesso di acqua, calcestruzzo troppo fluido, e/o carenti in pasta cementizia	Correggere l'applicazione del disarmante e adeguare la miscela
<i>Messa in opera</i>	Tempo di attesa eccessivo tra la posa del calcestruzzo e la compattazione	Assicurare la continuità del getto
<i>Compattazione</i>	Eccessiva ampiezza o frequenza della vibrazione in relazione alla dimensione delle casseforme	Correggere la vibrazione

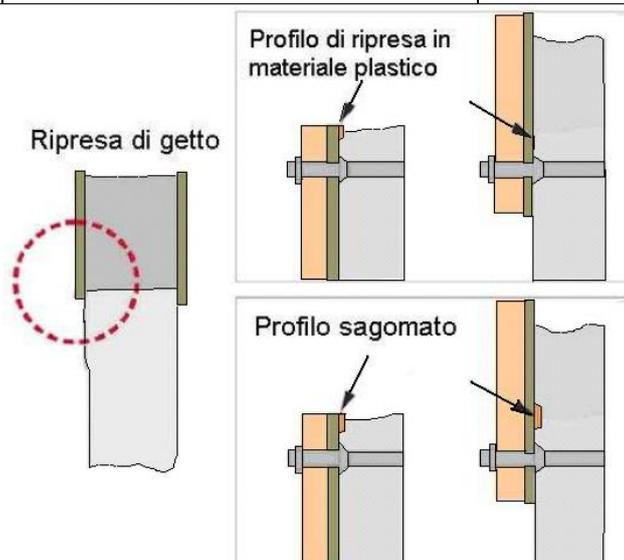


Figura 53.8 - Giunti delle casseforme in evidenza



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA**  
**DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Tabella 53.10 - Aggregati affioranti sulla superficie del calcestruzzo a vista

<i>Aggregati affioranti sulla superficie del calcestruzzo a vista (superfici chiazzate di chiaro o di scuro, presenza di macchie aventi dimensioni simili a quelle dell'aggregato)</i>		
<i>Cause</i>		<i>Rimedi</i>
<i>Casseforme</i>	Troppo flessibili	Adeguare le casseforme
<i>Proprietà del calcestruzzo fresco</i>	Aggregati carenti nel contenuto in fini, granulometria non corretta, aggregato leggero con calcestruzzo troppo fluido	Adeguare la miscela
<i>Compattazione</i>	Vibrazione esterna eccessiva, o vibrazione eccessiva di calcestruzzo leggero	Correggere il sistema di vibrazione

Tabella 53.11 - Fessure di assestamento

<i>Fessure di assestamento (anche corte, di ampiezza variabile e disposte orizzontalmente)</i>		
<i>Cause</i>		<i>Rimedi</i>
<i>Progettuali</i>	Elementi sottili e complessi con difficoltà di accesso per il calcestruzzo e vibrator, spessore del copriferro inadeguato	Adeguare/verificare la geometria
<i>Casseforme</i>	Casseforme inadeguate e dalle superfici ruvide	Adeguare le casseforme
<i>Condizioni operative</i>	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
<i>Proprietà del calcestruzzo fresco</i>	Composizione granulometrica inadeguata, calcestruzzo troppo fluido, cemento con presa troppo rapida	Verificare la miscela
<i>Messa in opera</i>	Discontinua	Assicurare la continuità del getto
<i>Compattazione</i>	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Adeguare la vibrazione

Tabella 53.12 - Variazioni di colore

<i>Variazioni di colore (variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme)</i>		
<i>Cause</i>		<i>Rimedi</i>
<i>Progettuali</i>	Ferri di armatura molto vicini alle casseforme	Adeguare il copriferro
<i>Casseforme</i>	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
<i>Proprietà del calcestruzzo</i>	Granulometria inadeguata degli	Adeguare la miscela



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

<i>fresco</i>	aggregati, miscelazione non completa, calcestruzzo troppo scorrevole, vibrazione eccessiva	
<i>Messa in opera</i>	Segregazione dei costituenti, consistenza troppo fluida	Aggiustare la consistenza
<i>Compattazione</i>	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Correggere la vibrazione

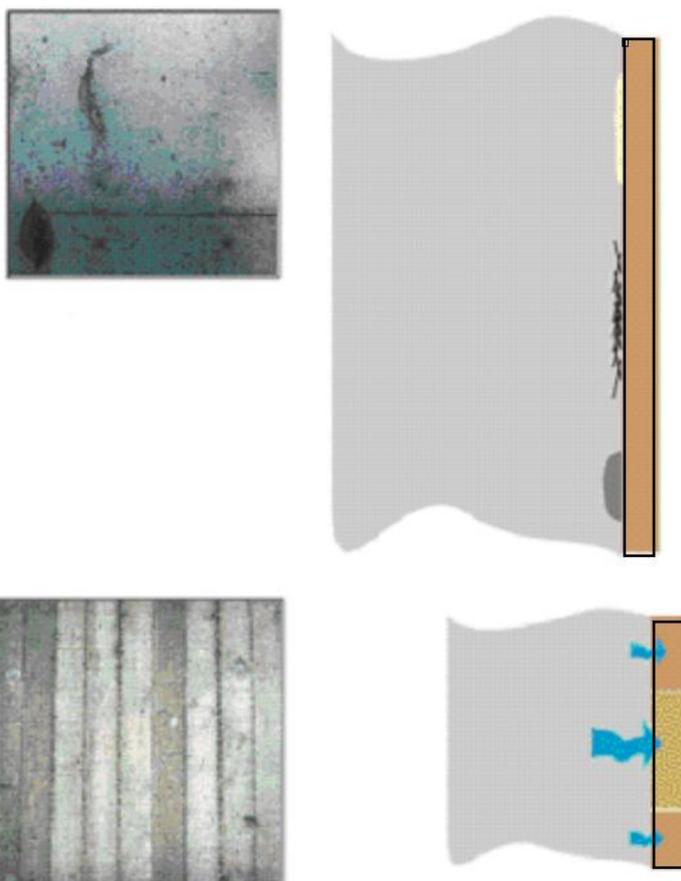


Figura 53.9 - Variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme

Tabella 53.13 - Striature di sabbia e acqua

<i>Striature di sabbia e acqua (variazioni di colore o di ombre dovute alla separazione di particelle fini)</i>		
<i>Cause</i>		<i>Rimedi</i>
<i>Casseforme</i>	Mancanza di tenuta delle casseforme, acqua in eccesso sul fondo della cassaforma risalente durante il getto	Adeguare le casseforme, drenare e asciugare l'acqua
<i>Condizioni operative</i>	Temperatura bassa, calcestruzzo con eccesso di acqua	Adottare una protezione per le casseforme



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

<i>Proprietà del calcestruzzo fresco</i>	Scarso o eccessivamente ricco di fini, miscela arida, con insufficiente contenuto di pasta	Adeguare la miscela
<i>Messa in opera</i>	Troppo veloce	Correggere la messa in opera
<i>Compattazione</i>	Vibrazione e/o ampiezza di vibrazione eccessive	Adeguare la vibrazione

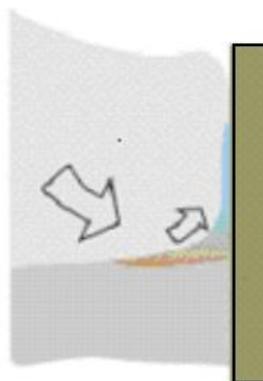
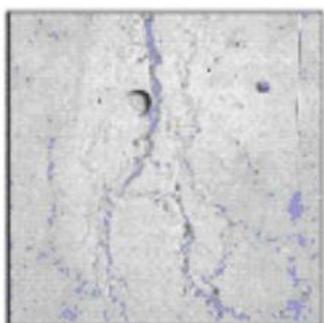


Figura 53.10 - Striature di sabbia e acqua

Tabella 53.14 - Delimitazione degli strati

<i>Delimitazione degli strati (zone di colore scuro tra gli strati nel calcestruzzo)</i>		
<i>Cause</i>		<i>Rimedi</i>
<i>Casseforme</i>	Troppo deformabili	Irrigidire le casseforme
<i>Condizioni operative</i>	Temperatura troppo elevata, mancanza di continuità nella posa del calcestruzzo e riprese di getto a freddo	Adeguare il mantenimento della lavorabilità
<i>Proprietà del calcestruzzo fresco</i>	Troppo bagnato con tendenza all'essudamento, presa rapida	Adeguare la miscela
<i>Messa in opera</i>	Troppo lenta, attrezzature o mano d'opera inadeguate	Correggere la messa in opera
<i>Compattazione</i>	Carenze nella vibrazione, difetto di penetrazione dei vibratorii attraverso gli strati	Adeguare la vibrazione

Tabella 53.15 - Giunti freddi

<i>Giunti freddi (vuoti, nidi di ghiaia, variazioni di colore ai bordi delle riprese,</i>
---



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

<i>bordo superiore del calcestruzzo non connesso allo strato inferiore)</i>		
<i>Cause</i>		<i>Rimedi</i>
<i>Progettuali</i>	Spazio insufficiente per inserire il vibratore	Adeguare i sistemi di vibrazione
<i>Condizioni operative</i>	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
<i>Proprietà del calcestruzzo fresco</i>	Elevata perdita di lavorabilità e indurimento troppo rapido	Migliorare la miscela
<i>Messa in opera</i>	Strati troppo profondi, tempi di attesa eccessivi nella messa in opera dei vari strati	Adeguare le procedure di esecuzione
<i>Compattazione</i>	Vibrazione insufficiente, impossibilità di conferire continuità al getto inserendo il vibratore negli strati contigui, mancato inserimento dei vibratori nello strato sottostante	Adeguare la vibrazione

Tabella 53.16 - Marcatura delle casseforme

<i>Marcatura delle casseforme (irregolarità sulla superficie in corrispondenza delle giunzioni delle casseforme, o come conseguenza di difetti delle casseforme)</i>		
<i>Cause</i>		<i>Rimedi</i>
<i>Progettuali</i>	Giunti di costruzione in corrispondenza di una variazione nella direzione delle casseforme	-
<i>Casseforme</i>	Inadeguate al tipo di getto (dimensioni del getto, pressione sulle casseforme) e di messa in opera, facilmente deformabili	Adeguare le casseforme
<i>Condizioni operative</i>	Sistema di ancoraggio delle casseforme inadeguato, eccessivo accumulo di calcestruzzo prima della sua distribuzione	Correggere il sistema di ancoraggio e le procedure di getto
<i>Proprietà del calcestruzzo fresco</i>	Eccessivo ritardo nell'indurimento del calcestruzzo	Migliorare la miscela
<i>Messa in opera</i>	Troppo lenta	Accelerare la messa in opera
<i>Compattazione</i>	Ampiezza di vibrazione eccessiva, disomogenea distribuzione dei punti di immersione dei vibratori	Adeguare la vibrazione



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**



Figura 53.11 - Marcatura delle casseforme

**ART. 54) ARMATURE MINIME E LIMITAZIONI GEOMETRICHE DELLE STRUTTURE IN C.A.**

**54).1 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. 14.01.2008.

**54).1.1 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  $A_{st} = 1,5 b$  mmq/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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**54).1.2 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.

**54).1.3 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 54.1, 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 54.1 devono essere aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

I valori della tabella 54.1 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 54.1 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 54.1 - Valori minimi di copri ferro per strutture in C.A.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

			<i>Barre da cemento armato</i>			
			<i>elementi a piastra</i>		<i>altri elementi</i>	
$C_{min}$	$C_o$	<i>Ambiente</i>	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
<i>C25/30</i>	<i>C35/45</i>	<i>ordinario</i>	15	20	20	25
<i>C28/35</i>	<i>C40/50</i>	<i>aggressivo</i>	25	30	30	35
<i>C35/45</i>	<i>C45/55</i>	<i>molto aggressivo</i>	35	40	40	45

**54).1.4 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:

- a) limitazioni geometriche;
- b) limitazioni di armatura.

**54).1.5 LIMITAZIONI GEOMETRICHE**

.....omissis.....

**54).1.6 LIMITAZIONI DI ARMATURA**

.....omissis.....

**ART. 55) ESECUZIONE DI STRUTTURE IN ACCIAIO**

**55).1 COMPOSIZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI**

**55).1.1 SPESSORI LIMITE**

È vietato l'uso di profilati con spessore  $t < 4$  mm.

Una deroga può essere consentita fino ad uno spessore  $t = 3$  mm per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali, per esempio, tubi chiusi alle estremità e profili zincati, oppure opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano gli elementi e i profili sagomati a freddo.

**55).1.2 PROBLEMATICHE SPECIFICHE**

Si può far riferimento a normative di comprovata validità, in relazione ai seguenti aspetti specifici:

- preparazione del materiale;
- tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio;
- impiego dei ferri piatti;
- variazioni di sezione;
- intersezioni;
- collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi;
- tolleranze foro-bullone;
- interassi dei bulloni e dei chiodi;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- distanze dai margini;
- collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza;
- collegamenti saldati;
- collegamenti per contatto.

**55).1.3 GIUNTI DI TIPO MISTO**

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (per esempio, saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

**55).2 UNIONI AD ATTRITO CON BULLONI AD ALTA RESISTENZA**

**55).2.1 SERRAGGIO DEI BULLONI**

Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata. Tutte, peraltro, devono essere tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ .

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di  $10^\circ$  il dado;
- dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione almeno pari a  $60^\circ$  e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

La taratura delle chiavi dinamometriche deve essere certificata prima dell'inizio lavori da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001 e con frequenza trimestrale durante i lavori.

**55).2.2 PRESCRIZIONI PARTICOLARI**

Quando le superfici comprendenti lo spessore da bullonare per una giunzione di forza non abbiano giacitura ortogonale agli assi dei fori, i bulloni devono essere piazzati con interposte rosette cuneiformi, tali da garantire un assetto corretto della testa e del dado e da consentire un serraggio normale.

**55).3 UNIONI SALDATE**

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori, nei procedimenti semiautomatici e manuali, dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1 da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1.

Le durezza eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555. Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovrà, inoltre, essere rispettata la norma UNI EN 1011 (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici e la norma UNI EN 1011 (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati, per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817. Per strutture soggette a fatica, invece, si adotterà il livello B della stessa norma.

L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta al controllo visivo al 100%, saranno definiti dal collaudatore e dal direttore dei lavori. Per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione, si useranno metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o polveri magnetiche). Per i giunti a piena penetrazione, invece, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici, e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa, e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli e i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati, secondo la norma UNI EN 473, almeno di secondo livello.

Il costruttore deve corrispondere a determinati requisiti. In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834 (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità, riassunti nella tabella 55.1. La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore, secondo criteri di indipendenza e di competenza.

Tabella 55.1 - Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo

<i>Tipi di azione sulle strutture</i>	<i>Strutture soggette a fatica in modo non significativo</i>	<i>Strutture soggette a fatica in modo significativo</i>
---------------------------------------	--	--



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Riferimento	A	B	C	D
<i>Materiale base: spessore minimo delle membrature</i>	S235, s ≤ 30mm S275, s ≤ 30mm	S355, s ≤ 30mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s < 30mm	S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati <sup>1</sup>
<i>Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834</i>	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834- 3	Medio EN ISO 3834- 3	Completo EN ISO 3834-2
<i>Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719</i>	Di base	Specifico	Completo	Completo

<sup>1</sup> Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.

**NORME DI RIFERIMENTO**

**Raccomandazioni e procedure**

- UNI EN 288-3 – Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai;
- UNI EN ISO 4063 – Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldabrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni;
- UNI EN 1011-1 – Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Guida generale per la saldatura ad arco;
- UNI EN 1011-2 – Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco per acciai ferritici;
- UNI EN 1011-3 – Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco di acciai inossidabili;
- UNI EN 1011-4 – Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio;
- UNI EN 1011-5 – Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati.

**Preparazione dei giunti**

- UNI EN 29692 – Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio.

**Qualificazione dei saldatori**

- UNI EN 287-1 – Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte1: Acciai;
- UNI EN 1418 – Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata e automatica di materiali metallici.

**55).4 APPARECCHI DI APPOGGIO**

.....omissis.....



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**55).5 VERNICIATURA E ZINCATURA**

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrassessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati, ma possono essere, invece, zincati a caldo.

I rivestimenti a protezione dei materiali metallici contro la corrosione devono rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

**NORME DI RIFERIMENTO**

- UNI EN 12329 – Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio;
- UNI EN 12330 – Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di cadmio su ferro o acciaio;
- UNI EN 12487 – Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio;
- UNI EN 12540 – Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo;
- UNI EN 1403 – Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici. Metodo per la definizione dei requisiti generali;
- 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 12944-6 – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Prove di laboratorio per le prestazioni;
- UNI EN ISO 12944-7 – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.

**ART. 56) ESECUZIONE DI STRUTTURE COMPOSTE DI ACCIAIO E CALCESTRUZZO**

.....omissis.....



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**ART. 57) OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE**

.....omissis.....

**ART. 58) ESECUZIONE DELLE PARETI ESTERNE E DELLE PARTIZIONI INTERNE**

.....omissis.....

**ART. 59) ESECUZIONE DI INTONACI**

.....omissis.....

**ART. 60) ESECUZIONE DI PAVIMENTAZIONI**

**60).1 DEFINIZIONI**

Le pavimentazioni si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (dove, cioè, la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali di seguito descritti.

**60).2 PAVIMENTAZIONE SU STRATO PORTANTE**

.....omissis.....

**60).3 PAVIMENTAZIONE SU TERRENO**

La pavimentazione su terreno avrà come elementi o strati funzionali:

- il terreno (suolo), con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- lo strato impermeabilizzante (o drenante);
- lo strato ripartitore;
- gli strati di compensazione e/o pendenza;
- il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni, possono essere previsti altri strati complementari.

**60).4 REALIZZAZIONE DEGLI STRATI PORTANTI**

.....omissis.....



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**60).5 MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI SU TERRENO**

Per le pavimentazioni su terreno la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto. Ove non sia specificato in dettaglio nel progetto, o a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni di seguito indicate.

Per lo strato costituito dal terreno, si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, limite plastico, indice di plasticità, massa volumica, ecc... si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, e alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli le necessarie caratteristiche meccaniche, di deformabilità, ecc... In caso di dubbio o contestazioni si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme sulle costruzioni stradali CNR B.U. n° 92, 141 e 146, UNI CNR 10006.

Per lo strato impermeabilizzante o drenante, si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc. (indicate nella norma UNI 8381 per le massicciate), alle norme CNR sulle costruzioni stradali, e alle norme UNI e/o CNR per i tessuti nontessuti (geotessili). Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco, in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo e limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili, si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc. In caso di dubbio o contestazione, si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

Per lo strato ripartitore dei carichi, si farà riferimento alle norme cnr sulle costruzioni stradali e/o alle prescrizioni contenute – sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo e conglomerati bituminosi – nella norma UNI 8381. In generale, si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.

Per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore. È ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore, purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile, e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o, comunque, di scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc...). Durante l'esecuzione si eseguiranno, a seconda della soluzione costruttiva prescritta dal progetto, le indicazioni fornite dal progetto stesso e, comunque si curerà, in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.) e l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà, inoltre, l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale, e il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

**60).6 ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI INTERNE CON COLLANTE**

.....omissis.....



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**60).7 SOGLIE E DAVANZALI**

.....omissis.....

**60).8 ZOCCOLINO BATTISCOPIA**

.....omissis.....

**60).9 RIVESTIMENTO DEI GRADINI**

.....omissis.....

**60).10 CONTROLLI DEL DIRETTORE DEI LAVORI**

.....omissis.....

**ART. 61) VERNCIATURE E TINTEGGIATURE**

.....omissis.....



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**PARTE VII – MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI**

**ART. 62) SISTEMI DI COLLEGAMENTO DEGLI IMPIANTI ALLE STRUTTURE**

Gli elementi funzionali degli impianti potranno essere collegati alle strutture principali con dispositivi di vincolo rigidi o flessibili. I collegamenti di servizio dell'impianto dovranno essere flessibili e non dovranno fare parte del meccanismo di vincolo.

Gli impianti non dovranno essere collocati su elementi strutturali e/o a pareti murarie dei manufatti facendo affidamento sul solo attrito.

Le apparecchiature "sospese" dovranno essere dotate di dispositivi di sostegno tali impedirne il distacco in caso di terremoto. In particolare, se montati su controsoffitti sospesi, dovranno essere efficacemente ancorati ai sostegni longitudinali o trasversali del controsoffitto e non direttamente ad esso.

Il Direttore dei Lavori dovrà verificare sia i dispositivi di vincolo che gli elementi strutturali o non strutturali cui gli impianti sono fissati, in modo da assicurare che non si verifichino rotture o distacchi per effetto dell'azione sismica.

**ART. 63) IMPIANTI IDRICO-SANITARI**

.....*omissis*.....

**ART. 64) RETE DI SCARICO DELLE ACQUE REFLUE**

.....*omissis*.....

**ART. 65) RETE DI SCARICO DELLE ACQUE PIOVANE**

.....*omissis*.....

**ART. 66) IMPIANTI ELETTRICI**

.....*omissis*.....



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**PARTE VIII – OPERE FOGNARIE, STRADALI E DI ILLUMINAZIONE**

**ART. 67) COLLOCAZIONE DI TUBAZIONI**

**67).1 SCAVI DELLE TRINCEE, COORDINAMENTO ALTIMETRICO E RISPETTO DELLE LIVELLETTE PER LA POSA IN OPERA DELLE TUBAZIONI**

**67).1.1 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 di alberi, eventualmente presenti in corrispondenza della trincea nella zona interessata all'attraversamento della condotta, devono essere accuratamente eliminate.

**67).1.2 INTERFERENZE CON EDIFICI**

Quando gli scavi si sviluppino 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**67).1.3 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, lasciando 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.

**67).1.4 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**67).1.5 LETTO DI POSA PER LE TUBAZIONI**

**67).1.5.1 APPOGGIO SU SUOLI NATURALI**

Il supporto può essere realizzato dallo stesso suolo naturale affiorante sul fondo dello scavo, 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 dello scavo 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 singoli 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 dello scavo, reso piano, ossia non presagomato e ricalzato 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.

**67).1.5.2 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 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 mm + 1/5 D, ovvero si deve prevedere un supporto in calcestruzzo.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**67).1.5.3 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.

**67).1.5.4 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 67.1.

Tabella 67.1 - Tubazioni interrato. Dimensioni minime del massetto di posa

	Diametro esterno del tubo [cm]												
	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	80	90	100
Altezza platea	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16
Altezza rinfiango	10	14	18	25	27	30	36	40	46	55	63	68	78
Larghezza massetto	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 rinfiango e del tipo di trincea.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**67).2 MODALITÀ ESECUTIVE PER LA POSA IN OPERA DI TUBAZIONI**

**67).2.1 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.

**67).2.2 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.

**67).2.3 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, trattamenti 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.

**67).2.4 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.

**67).2.5 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**67).2.6 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 rinalzo.

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  $90^\circ$ ; esso può essere realizzato mediante accurato rinalzo e compattazione a mano o con attrezzi leggeri. Angoli di appoggio superiori ( $120^\circ$ ) 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  $90^\circ$  possono essere realizzati previo controllo statico. Con tubi rigidi aventi diametro  $\geq 200$  mm, l'angolo di appoggio non può comunque essere inferiore a  $60^\circ$ .

Per i tubi flessibili, di regola il calcolo statico è basato su un angolo di appoggio di  $180^\circ$ , 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.).

**67).2.7 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**67).3 RINTERRO DELLE TUBAZIONI**

**67).3.1 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.

**67).3.2 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 vibrator 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 rinfiacco 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 rinfiacco 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/mc. 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:



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 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 palancollaggio 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 DN (mm), e non saranno ammessi in alcun caso rinterri inferiori alla metà del diametro esterno del tubo, con minimo assoluto di 35 cm.

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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Durante le operazioni di rinterro e di costipamento bisogna evitare che carichi pesanti transitino sulla trincea.

**67).3.3 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 10 e 15 cm.

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.

**ART. 68) REALIZZAZIONE DI OPERE STRADALI**

**68).1 SOVRASTRUTTURA STRADALE**

**68).1.1 DEFINIZIONE**

In riferimento alle istruzioni del C.N.R. B.U. n° 169/1994, con il termine *sovrastuttura* 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

<b>68).2    STRATI DELLA SOVRASTRUTTURA</b>
---

**68).2.1    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).

**68).2.2    STRATO DI BASE**

Lo strato di base è lo strato intermedio tra lo strato superficiale e lo strato di fondazione.

**68).2.3    STRATO DI FONDAZIONE**

Lo strato di fondazione è lo strato della parte inferiore della sovrastruttura a contatto con il terreno di appoggio (sottofondo).

**68).2.4    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.

<b>68).3    TIPI DI SOVRASTRUTTURA</b>
--



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**68).3.1 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.

**68).3.2 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 assomma 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.

**68).3.3 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 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.

**68).3.4 SOVRASTRUTTURA RIGIDA POLIFUNZIONALE**

Con questo termine, in uso per alcune sovrastrutture *rigide* autostradali, viene indicata una sovrastruttura costituita da una lastra portante in calcestruzzo di cemento



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

<b>68).4    SOTTOFONDO</b>
----------------------------

**68).4.1    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).

**68).4.2    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).

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.

In alcuni casi, il miglioramento può essere ottenuto mediante opere di drenaggio, ovvero con l'ausilio di geosintetici.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**68).5 TRATTAMENTI**

**68).5.1 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*.

**68).5.2 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.

**68).5.3 TRATTAMENTO DI IMPREGNAZIONE**

Trattamento consistente nello spandere un'idonea 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.

**68).5.4 TRATTAMENTO DI PENETRAZIONE**

Trattamento consistente nello spandere un'idonea 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.

**68).6 TIPI PARTICOLARI DI PAVIMENTAZIONI O DI STRATI**

**68).6.1 PAVIMENTAZIONE AD ELEMENTI DISCONTINUI**

Sono, per lo più, costituite da elementi di pietra di forma e dimensioni diverse. Il loro impiego è prevalentemente limitato alla manutenzione di pavimentazioni di aree urbane, monumentali o meno, ed a transito pedonale.

I tipi più comuni sono i ciottolati (costituiti da ciottoli di forma tondeggiante), i lastricati (costituiti da elementi di forma parallelepipedica) e i selciati (costituiti da elementi più piccoli di forma approssimativamente cubica o tronco-piramidale).

**68).6.2 PAVIMENTAZIONE DI BLOCCHETTI PREFABBRICATI O MASSELLI AUTOBLOCCANTI DI CALCESTRUZZO**

È costituita da elementi prefabbricati di calcestruzzo cementizio, di forma e colori diversi, allettati in uno strato di sabbia e spesso muniti di risalti e scanalature alla periferia di ciascun elemento, onde migliorare il mutuo collegamento degli elementi fra di loro.

Tale tipo di pavimentazione, prevalentemente destinata ad essere usata in zone pedonali e in zone sottoposte a traffico leggero, può essere usata anche in zone



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

soggette a carichi molti rilevanti, sottoposte a traffico lento, quali piazzali di sosta, di stoccaggio merci, ecc... In questo caso devono essere previsti, al di sotto dello strato di allettamento in sabbia, uno o più strati portanti di adeguato spessore.

**68).6.3 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).

**ART. 69) MISTI CEMENTATI PER STRATI FONDAZIONE E DI BASE**

**69).1 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.

**69).2 MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE**

**69).2.1 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 69.1.

Tabella 69.1 - Aggregato grosso

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore</i>
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 69.2.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Tabella 69.2 - Aggregato fine

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore</i>
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.

**69).2.2 CEMENTO**

Dovranno essere impiegati i 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. 13.09.1993, n° 246 e dal D.M. 12.07.1993, n° 314.

**69).2.3 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.

**69).2.4 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**69).2.5 MISCELE**

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 69.3.

Tabella 69.3 - Miscele di aggregati per il confezionamento del misto cementato

Serie crivelli e setacci UNI		Urbane di scorrimento	Urbane di quartiere e urbane locali
		Passante [%]	
Crivello	40	100	
	30	-	
	25	65-100	
	15	45 -78	
	10	35-68	
	5	23-53	
Setaccio	2	14-40	
	0,4	6-23	
	0,18	2-15	
	0,075	-	

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 in Laboratorio Ufficiale, secondo quanto previsto dalla norma CNR B.U. n° 29/1972. In particolare, la miscela adottate dovranno possedere i requisiti riportati nella tabella 69.4.

Tabella 69.4 - Requisiti delle miscele

Parametro	Normativa	Valore
Resistenza a compressione a 7gg	CNR 29/1972	$2,5 \leq R_c \leq 4,5$ N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione indiretta a 7gg (Prova Brasiliana)	CNR 97/1984	$R_t \geq 0,25$ N/mm <sup>2</sup>

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.

**69).3 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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  $\pm 0,5\%$ .

**69).4 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.

**69).4.1 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.

**69).5 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  $0^{\circ}\text{C}$ , 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.

**69).6 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

ragione di 1÷2 daN/mq (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.

**69).7 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Tabella 69.5 - Strade urbane di quartiere e locali. Controllo dei materiali e verifica prestazionale

<i>Tipo di campione</i>	<i>Ubicazione prelievo</i>	<i>Frequenza prove</i>
Aggregato grosso	Impianto	Ogni 2500 mc di stesa
Aggregato fine		Iniziale
Acqua		
Cemento		
Aggiunte		
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Ogni 5000 mq di stesa
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 100m di fascia di stesa
Strato finito (densità <i>in situ</i> )	Strato finito	Giornaliera <i>oppure</i> ogni 5000 mq di stesa

**ART. 70) MISTI GRANULARI PER STRATI DI FONDAZIONE**

**70).1 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.

**70).2 MATERIALI**

**70).2.1 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 massiva 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 70.1.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA**  
**DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Tabella 70.1. 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 70.2

Tabella 70.2 - 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.

### **70).2.2 MISCELE**

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 ±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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**NORME DI RIFERIMENTO**

UNI EN 13286-47 – Miscele 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.

**70).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.

**70).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.

**70).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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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 AASHTO 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.

**70).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 70.3.

Tabella 70.3 - Controllo dei materiali e verifica prestazionale

<i>Tipo dicampione</i>	<i>Ubicazione prelievo</i>	<i>Frequenza prove</i>
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, poi secondo D.L.
Aggregato fine		
Miscela	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1000 mc di stesa
Sagoma		Ogni 20 m o ogni 5 m
Strato finito (densità <i>in situ</i> )		Giornaliera <i>oppure</i> ogni 1000 mq di stesa
Strato finito (portanza)	Strato finito o pavimentazione	Ogni 1000 mq di stesa

**70).6.1 MATERIALI**

Le caratteristiche di accettazione dei materiali dovranno essere verificate prima dell'inizio dei lavori, ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza dei materiali.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**70).6.2 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.

**70).6.3 COSTIPAMENTO**

A compattazione ultimata, la densità del secco in situ, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento ( $\gamma_{s,max}$ ) 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.

**70).6.4 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.

**70).6.5 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**ART. 71) CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO TRADIZIONALI CON E SENZA RICICLATO PER STRATO DI BASE**

**71).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.

**71).2 MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE**

**71).2.1 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 71.1, 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 71.1 - Caratteristiche del bitume

Parametro	Bitume		Tipo	
	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>	UNI EN 12607-1			
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

**71).2.2 ADDITIVI**

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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).

**71).2.3 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 71.2 al variare del tipo di strada.

Tabella 71.2 - 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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 71.3.

Tabella 71.3 - Aggregato fine. Strade urbane di quartiere e locali

<i>Passante al crivello UNI n. 5</i>					
<i>Indicatori di qualità</i>			<i>Strato pavimentazione</i>		
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Base</i>	<i>Binder</i>	<i>Usura</i>
Equivalentente 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 71.4.

Tabella 71.4 - Aggregato fine. Tutte le strade

<i>Indicatori di qualità</i>			<i>Strato pavimentazione</i>
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Base - Binder - Usura</i>
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	%	≥ 80
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	□PA	≥ 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%



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- conglomerato per strato di collegamento:  $\leq 25\%$
- conglomerato per tappeto di usura:  $\leq 20\%$ .

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.

**71).2.4 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 71.5.

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 71.5.

Tabella 71.5 - 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 71.6 e 71.7.

Tabella 71.6 - 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		



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Velocità di rotazione	Rotazioni/mi n	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/mmq	-	-	0,6÷0,9
Coefficiente di trazione indiretta <sup>2</sup> a 25°C <sup>2</sup>	N/mmq	-	-	>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 71.7 - Caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder e il tappeto di usura. Metodo Marshall

<i>Metodo Marshall</i>	<i>Strato pavimentazione</i>			
<i>Condizioni di prova</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Base</i>	<i>Binder</i>	<i>Usura</i>
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/mmq	-	-	0,7÷1
Coefficiente di trazione indiretta 25°C	N/mmq	-	-	> 70
<sup>1</sup> La densità Marshall viene indicata nel seguito con DM.				

**71).2.5 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  $\pm 5$  per lo strato di base e di  $\pm 3$  per gli strati di binder e usura. Sono ammessi scostamenti dell'aggregato fine (passante al crivello UNI n. 5) contenuti in  $\pm 2$ ; scostamenti del passante al setaccio UNI 0,075 mm contenuti in  $\pm 1,5$ .

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25$ .

<sup>2</sup> Coefficiente di trazione indiretta:  $C_{TI} = \pi/2 D R_t / D_c$

Dove

$D$  = dimensione in mm della sezione trasversale del provino

$D_c$  = deformazione a rottura

$R_t$  = resistenza a trazione indiretta.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**71).2.6 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.

**71).2.7 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/mq, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella 71.8.

Tabella 71.8 - Caratteristiche dell'emulsione bituminosa (*mano d'ancoraggio*)

<i>Indicatore di qualità</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Cationica 55%</i>
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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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/mq, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella 71.9.

Tabella 71.9 - 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/ mq, avente le caratteristiche riportate nella tabella 71.10.

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 71.10 - 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 71.10.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**71).2.8 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 strisciata 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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/mq 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.

**71).2.9 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 rigidezza (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.

**ART. 72) OPERE D'ARTE STRADALI**

.....omissis.....

**72).1 CADITOIE STRADALI**

.....omissis.....



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**72).2 CAMERETTE D'ISPEZIONE**

.....omissis.....

**72).3 POZZETTI PREFABBRICATI**

.....omissis.....

**72).4 POZZETTI REALIZZATI IN OPERA**

.....omissis.....

**72).5 COLLEGAMENTO DEL POZZETTO ALLA RETE**

.....omissis.....

**72).6 TUBAZIONI, CANALETTE, CUNETTE E CUNICOLI**

.....omissis.....

**ART. 73) IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA, IN GENERALE**

.....omissis.....

**ART. 74) CAVIDOTTI**

**74).1 ESECUZIONE DI CAVIDOTTI**

I cavi interrati, secondo la norma CEI 11-17, art. 2.3.11, possono essere collocati nei seguenti modi:

- direttamente nel terreno;
- entro tubi;
- in condotti o cunicoli.

In tutti i casi i cavi dovranno essere muniti di guaina.

**74).2 POSA DIRETTAMENTE NEL TERRENO**

I cavi posati direttamente nel terreno dovranno essere collocati ad almeno 50 cm di profondità ed essere dotati di protezione supplementare per evidenziarne la presenza. Tale protezione non è richiesta per i cavi realizzati con armatura metallica costituita da fili di spessore di almeno 0,8 mm.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

I cavi dovranno essere posti su letto di sabbia o terra vagliata per evitare danneggiamenti al cavo durante la posa in opera e il successivo riempimento.

**74).3 POSA ENTRO TUBAZIONE INTERRATA**

I cavi posati direttamente nel terreno dovranno essere collocati ad almeno 50 cm di profondità ed essere dotati di protezione supplementare per evidenziarne la presenza.

Con riferimento alla norma CEI 23-46, in caso di impiego di tubazioni resistenti ad azioni meccaniche da normali attrezzi da scavo, non è richiesta una profondità minima di collocazione.

**74).4 POSA IN CONDOTTI O CUNICOLI INTERRATI**

In caso di condotti o cunicoli interrati non è richiesta alcuna profondità minima di collocazione.

**74).5 DISTANZE DI RISPETTO DEI CAVI INTERRATI**

Le distanze di rispetto dei cavi interrati da altri cavi, tubazioni e strutture metalliche di altri servizi, devono rispettare particolari distanze minime.

**74).5.1 DISTANZA DA CAVI DI TELECOMUNICAZIONE**

In presenza di intersezione con cavi di telecomunicazione direttamente interrati, secondo la norma CEI 11-17, dovrà essere rispettata una distanza minima di almeno 30 cm. Inoltre, il cavo superiore dovrà essere protetto per almeno 100 cm. La protezione, realizzata in tubo o canaletta in acciaio inossidabile o zincato, dovrà avere uno spessore di almeno 2 mm. Per distanze inferiori a 30 cm dovrà essere realizzata la protezione anche per il tubo inferiore. Nel caso di cavi paralleli, dovrà essere rispettata la distanza minima di 30 cm.

**74).5.2 DISTANZA DA TUBAZIONI METALLICHE**

In presenza di intersezione con cavi di tubazioni metalliche direttamente interrati, secondo la norma CEI 11-17, dovrà essere rispettata una distanza minima di almeno 50 cm. Tale distanza potrà essere ridotta a 30 cm qualora il cavo venga interposto con un elemento separatore non metallico o altro materiale isolante.

Deve essere rispettata la distanza minima di 100 cm delle connessioni dall'intersezione tra le due tubazioni.

Nel caso di cavi paralleli dovrà essere rispettata la distanza minima di 30 cm. Il punto 4.3.02 b della norma CEI 11-17, adottando particolari accorgimenti, consente distanze inferiori.

**74).5.3 DISTANZA DA SERBATOI CONTENENTI FLUIDI INFIAMMABILI**

In presenza di serbatoi interrati contenenti fluidi infiammabili, i cavi direttamente interrati devono distare almeno 10 cm dalle superfici esterne dei serbatoi.

**74).5.4 DISTANZA DA GASDOTTI**

Per le distanze da gasdotti valgono le stesse considerazioni per le tubazioni metalliche.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**74).6 ESECUZIONE DI CAVIDOTTI LUNGO STRADE ESISTENTI**

L'esecuzione dei cavidotti lungo le strade esistenti dovrà essere eseguita con le seguenti modalità:

- il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in conglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliafalco munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità minima di 25 cm, e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;
- esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nei disegni progettuali;
- fornitura e posa, nel numero stabilito nel progetto, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezione circolare per il passaggio dei cavi elettrici. Le giunzioni fra tubi e il collegamento dei tubi con pozzetti saranno eseguite mediante idonee sigillature;
- la posa delle tubazioni in plastica del diametro esterno di 100 mm verrà eseguita mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico a uno o a due impronte per tubi del diametro di 110 mm. Detti elementi saranno posati ad un'interdistanza massima di 1,50 m, al fine di garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo e assicurare in tal modo il completo conglobamento della stessa nel cassonetto di calcestruzzo;
- formazione di cassonetto in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per mc di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica. Il calcestruzzo sarà superiormente liscio in modo che venga impedito il ristagno d'acqua;
- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dalla direzione dei lavori. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici. L'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno sei ore dal termine del getto di calcestruzzo;
- le linee sotterranee in cavo dovranno essere poste almeno a 70 cm dalla superficie del terreno e difese dalle varie eventuali sollecitazioni con opere adatte. Le derivazioni dovranno essere eseguite all'interno di appositi pozzetti.

**ART. 75) POZZETTI**

**75).1 GENERALITÀ**

I pozzetti dovranno essere collocati in corrispondenza delle derivazioni, dei punti luminosi e dei cambi di direzione.

I chiusini dei pozzetti devono essere di tipo carrabile quando sono realizzati lungo strade o passi carrai.

**75).2 RAGGI DI CURVATURA**

Il raggio minimo di curvatura dei cavi privi di rivestimento metallico dovrà essere non inferiore a 12 volte il diametro esterno del cavo. Per i cavi con rivestimento metallico il raggio dovrà essere almeno 14 volte il diametro.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**75).3 POZZETTI CON CHIUSINO IN GHISA**

Nell'esecuzione dei pozzetti dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- formazione di platea in calcestruzzo dosata a 200 kg di cemento tipo 325 per mc di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua;
- formazione della muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento;
- conglobamento, nella muratura di mattoni, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto; sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- formazione, all'interno dei pozzetti, di rinzaffo in malta di cemento grossolanamente lisciata;
- fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa, completo di telaio, per traffico incontrollato, luce netta 50x50 cm, peso 90 kg circa, con scritta "Illuminazione pubblica" sul coperchio;
- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati.

**75).4 POZZETTO PREFABBRICATO INTERRATO**

È previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati e interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile.

Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

**ART. 76) BLOCCHI DI FONDAZIONE - PALI DI SOSTEGNO**

.....omissis.....

**ART. 77) LINEE PER ENERGIA ELETTRICA**

.....omissis.....

**ART. 78) CASSETTE, GIUNZIONI, DERIVAZIONI, GUAINES ISOLANTI**

.....omissis.....

**ART. 79) FORNITURA E POSA DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE**

.....omissis.....



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**ART. 80) FORNITURA E POSA DEL CONTENITORE DEL GRUPPO DI MISURA E DEL COMPLESSO DI ACCENSIONE E PROTEZIONE**

*.....omissis.....*

**ART. 81) IMPIANTO DI TERRA - DISPERSORI**

*.....omissis.....*



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**PARTE IX – ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SU OPERE E MATERIALI**

**ART. 82) CONTROLLI REGOLAMENTARI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

**82).1 RESISTENZA CARATTERISTICA**

Agli effetti delle Norme Tecniche emanate con D.M. 14.01.2008, 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.

**82).2 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.

**82).2.1 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.

**82).2.2 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.

**82).2.3 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.

**82).3 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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**82).4 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 82.1.

Tabella 82.1 - 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.

**82).5 PRELIEVO ED ESECUZIONE DELLA PROVA A COMPRESSIONE**

**82).5.1 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 mc 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**82).5.2 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).

**82).5.3 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 (25x25 mm) e lunghezza di almeno 38 cm;
- barra di acciaio a sezione circolare con  $\phi 16$  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 casseforme 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**82).5.4 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.

**82).5.5 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.

**82).5.6 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 prelievamento;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- marcatura dei provini;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 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.

**82).5.7 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.

**82).5.8 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'impallaggio 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.

**82).5.9 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;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 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.

**ART. 83) CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO**

**83).1 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 83.1 - 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 83.2 - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante il metodo Vebè (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996*)

Classe di consistenza	Tempo Vebè [s]
V0	$\geq 31$
V1	da 30 a 21
V2	da 20 a 11



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

V3	da 10 a 6
V4	da 5 a 3

Tabella 83.3 - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dello spandimento (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)

<i>Classe di consistenza</i>	<i>Spandimento [mm]</i>
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 83.4 - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante dell'indice di compattabilità (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)

<i>Classe di consistenza</i>	<i>Indice di compattabilità</i>
C0	≥ 1,46
C1	da 1,45 a 1,26
C2	da 1,25 a 1,11
C3	da 1,10 a 1,04

**83).2 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%.

**83).3 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: cmc/cm<sup>2</sup>)



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**ART. 84) CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D'OPERA**

**84).1 FINALITÀ**

Le Norme Tecniche per le costruzioni (D.M. 14.01.2008) 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;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 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.

**84).2 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.

**84).3 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 84.1 riporta, in maniera sintetica e a scopo esemplificativo, i vantaggi e gli svantaggi dei metodi d'indagine più comuni.

Tabella 84.1 - Vantaggi e svantaggi dei metodi di indagine più comuni



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

<i>Metodo di prova</i>	<i>Costo</i>	<i>Velocità di esecuzione</i>	<i>Danno apportato alla struttura</i>	<i>Rappresentatività dei dati ottenuti</i>	<i>Qualità della correlazione fra la grandezza misurata e la resistenza</i>
<i>Carotaggio</i>	Elevato	Lenta	Moderato	Moderata	Ottima
<i>Indice di rimbalzo</i>	Molto basso	Veloce	Nessuno	Interessa solo la superficie <sup>1</sup>	Debole
<i>Velocità di propagazione di ultrasuoni</i>	Basso	Veloce	Nessuno	Buona (riguarda tutto lo spessore)	Moderata <sup>2</sup>
<i>Estrazione di inserti</i>	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Buona
<i>Resistenza alla penetrazione</i>	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 84.2 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Tabella 84.2 - Valori tipici di riferimento per la variabilità e i limiti di confidenza nella stima della resistenza ottenibili con diversi metodi di prova

<i>Metodo di prova</i>	<i>Coefficiente di variazione dei valori ottenuti su un elemento strutturale di buona qualità [%]</i>	<i>Limiti di confidenza [±%] al 95% nella stima della resistenza</i>	<i>Numero di prove o di campioni relativo ad un'area di prova</i>
<i>Carotaggio</i>	10	10	3
<i>Indice di rimbalzo</i>	4	25	12
<i>Velocità di propagazione</i>	2,5	20	1
<i>Resistenza alla penetrazione</i>	4	20	3
<i>Forza d'estrazione</i>	15	15	9

**84).4 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.

**84).5 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.

**84).5.1 LINEE GENERALI**

Si devono prendere in considerazione le seguenti avvertenze:



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 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 erranei. Il semplice taglio e la molatura delle superfici di prova può non soddisfare i requisiti di parallelismo e planarità richiesti dalle norme.

**84).5.2 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.

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 norme di seguito richiamate.

<b>NORME DI RIFERIMENTO</b>
UNI EN 12504-1 – Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture. Carote. Prelievo, esame e prova di compressione;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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.

**84).5.3 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.

**84).6 METODI INDIRECTI 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.

**84).6.1 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;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 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.

**84).6.2 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*.

**84).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



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

(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.

**84).7.1 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 resistenza 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 N/mm<sup>2</sup> si assume pari a 2 N/mm<sup>2</sup>),

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. 85) CONSOLIDAMENTI DI EDIFICI IN CEMENTO ARMATO**

.....omissis.....

**ART. 86) PROVE DI CARICO SUI PALI DI FONDAZIONE**

*Saranno a carico dell'Appaltatore le prove di trazione del 2% dei pali inclinati, a scelti a campione dalla D.L. e opportunamente allestiti per la prova di carico.*



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

*La prova dovrà essere eseguita da Laboratorio certificato fino a 1.2 Volte il carico di esercizio.*

**ART. 87) CONTROLLI D'INTEGRITÀ DEI PALI DI FONDAZIONE**

*.....omissis.....*

**ART. 88) CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SULLE STRUTTURE IN ACCIAIO**

**88).1 GENERALITÀ**

Il Direttore dei Lavori per le strutture in acciaio dovrà eseguire i seguenti controlli:

- esame visivo;
- controllo chimico che accerti la composizione dei materiali;
- controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano serrati secondo quanto previsto dalla norma CNR UNI 10011 (ritirata senza sostituzione);
- controllo della corretta esecuzione delle saldature.

Tali controlli devono essere eseguiti da laboratori ufficiali per evitare contestazioni da parte dell'appaltatore.

**88).2 QUALIFICAZIONI DEL PERSONALE E DEI PROCEDIMENTI DI SALDATURA**

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1 da parte di un Ente Terzo. A deroga di quanto richiesto, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo non potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 15614-1.

**NORME DI RIFERIMENTO**

UNI EN 287-1 – Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai;  
UNI EN 1418 – Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata e automatica di materiali metallici;  
UNI EN ISO 15614-1 – Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura. Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e leghe di nichel.

**88).3 CONTROLLO DI QUALITÀ DELLE STRUTTURE SALDATE**

Il controllo delle saldature e il controllo di qualità deve accertare che le giunzioni saldate corrispondano alla qualità richiesta dalle condizioni di esercizio e quindi progettuali. Il Direttore dei Lavori potrà fare riferimento alla norma UNI EN 12062.

Il controllo delle saldature deve avvenire nelle seguenti fasi:



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- verifiche e prove preliminari;
- ispezione durante la preparazione e l'esecuzione delle saldature;
- controllo diretto dei giunti saldati.

La prima fase è quella che viene tradizionalmente chiamata controllo indiretto delle saldature. Con il controllo diretto, invece, si procede alla verifica o al collaudo vero e proprio del giunto realizzato.

**88).4 CONTROLLI NON DISTRUTTIVI**

Le saldature devono essere sottoposte a controlli non distruttivi finali, per accertarne la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista e dalle norme tecniche per le costruzioni.

L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, devono essere eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (per esempio, raggi X o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli e i livelli di accettabilità, si potrà fare riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062.

I controlli devono essere certificati da un laboratorio ufficiale ed eseguiti da operatori qualificati secondo la norma UNI EN 473.

**NORME DI RIFERIMENTO**

UNI EN 12062 – Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici;  
UNI EN 473 – Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.  
UNI EN 1713 – Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature;  
UNI EN 1714 – Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati;  
UNI EN 1289 – Controllo non distruttivo delle saldature mediante liquidi penetranti. Livelli di accettabilità;  
UNI EN 1290 – Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature;  
UNI EN 12062 – Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici;  
UNI EN 473 – Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

**88).4.1 METODO ULTRASONICO**

Il metodo ultrasonico consente di rilevare i difetti anche a considerevoli profondità e in parti interne dell'elemento a condizione che esso sia un conduttore di onde sonore.

Il paragrafo 11.3.4.5 delle Norme Tecniche D.M. 14.01.2008 stabilisce che, per giunti a piena penetrazione, si possono impiegare anche gli ultrasuoni. Per i giunti a T a piena penetrazione, invece, si può impiegare solo il controllo con gli ultrasuoni.

Per evitare contestazioni con l'appaltatore, il personale che esegue i controlli deve essere qualificato in conformità alla norma UNI EN 473, e avere conoscenza dei problemi di controllo relativi ai giunti saldati da esaminare.

**87).4.1.1 VOLUME DEL GIUNTO DA ESAMINARE. - PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI**



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Si premette che, con riferimento alla norma UNI EN 1714, il volume da esaminare deve comprendere, oltre alla saldatura, anche il materiale base, per una larghezza di almeno 10 mm da ciascun lato della stessa saldatura, oppure il controllo delle zone laterali termicamente alterate.

In generale, la scansione del fascio di onde ultrasoniche deve interessare tutto il volume in esame.

Le superfici oggetto di controllo, e in particolare quelle di applicazione delle sonde, devono essere prive di sostanze che possono interferire con l'accoppiamento (tracce di ruggine, scaglie staccate, spruzzi di saldature, ecc...).

**NORME DI RIFERIMENTO**

UNI EN 1712 – Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati. Livelli di accettabilità;  
UNI EN 1713 – Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature;  
UNI EN 1714 – Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati;  
UNI EN 583-1 – Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Parte 1: Principi generali;  
UNI EN 583-2 – Prove non distruttive. Esami ad ultrasuoni. Parte 2: Regolazione della sensibilità e dell'intervallo di misurazione della base dei tempi;  
UNI EN 583-3 – Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Tecnica per trasmissione;  
UNI EN 583-4 – Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Parte 4: Esame delle discontinuità perpendicolari alla superficie;  
UNI EN 583-5 – Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Parte 5: Caratterizzazione e dimensionamento delle discontinuità;  
UNI EN 12223 – Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Specifica per blocco di taratura n. 1;  
UNI EN 27963 – Saldature in acciaio. Blocco di riferimento n. 2 per il controllo mediante ultrasuoni delle saldature;  
UNI EN 473 – Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

**88).4.2 METODO RADIOGRAFICO**

Il controllo radiografico dei giunti saldati per fusione di lamiere e tubi di materiali metallici deve essere eseguito in conformità alla norma UNI EN 1435.

Il metodo radiografico deve essere usato per il controllo dei giunti saldati a piena penetrazione (paragrafo 11.3.4.5 delle Norme Tecniche D.M. 14.01.2008).

**NORME DI RIFERIMENTO**

UNI EN 1435 – Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati;  
UNI EN 10246-10 – Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo radiografico della saldatura dei tubi di acciaio saldati in automatico ad arco sommerso per la rilevazione dei difetti;  
UNI EN 12517-1 – Controllo non distruttivo delle saldature. Parte 1: Valutazione mediante radiografia dei giunti saldati di acciaio, nichel, titanio e loro leghe. Livelli di accettazione.

**88).5 ESECUZIONE E CONTROLLO DELLE UNIONI BULLONATE**

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione e macchie di grasso.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco. È ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica.

Il serraggio dei bulloni può essere effettuato mediante chiave dinamometrica a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o mediante chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ . Le chiavi impiegate per il serraggio e nelle verifiche dovranno essere munite di un certificato di taratura emesso in data non superiore all'anno. Il valore della coppia di serraggio  $T_s$ , da applicare sul dado o sulla testa del bullone, in funzione dello sforzo normale  $N_s$  presente nel gambo del bullone è dato dalla seguente relazione:

$$T_s = 0,20 \cdot N_s \cdot d$$

dove

$d$  è il diametro nominale di filettatura del bullone;

$N_s = 0,80 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$ , essendo  $A_{res}$  l'area della sezione resistente della vite e  $f_{k,N}$  la tensione di snervamento.

La norma CNR UNI 10011 (*ritirata senza sostituzione*) detta precise regole riguardo le dimensioni che devono avere i bulloni normali e quelli ad alta resistenza, riguardo i materiali impiegati per le rosette e le piastrine, nonché il modo di accoppiare viti e dadi e il modo in cui devono essere montate le rosette.

Tabella 88.1 - Valori dell'area resistente, della forza normale e della coppia di serraggio per vari tipi di bulloni (CNR 10011)

Diametro D [m]	Area resistente $A_{res}$ [mm <sup>2</sup> ]	Coppia di serraggio $T_s$ [N m]					Forza normale $T_s$ [kN]				
		4,6	5,6	6,6	8,8	10,9	4,6	5,6	6,6	8,8	10,9
12	84	39	48	58	90	113	16	20	24	38	47
14	115	62	77	93	144	180	22	28	33	52	64
16	157	96	121	145	225	281	30	38	45	70	88
18	192	133	166	199	309	387	37	46	55	86	108
20	245	188	235	282	439	549	47	59	71	110	137
22	303	256	320	384	597	747	58	73	87	136	170
24	353	325	407	488	759	949	68	85	102	158	198
27	459	476	595	714	1110	1388	88	110	132	206	257
30	561	646	808	969	1508	1885	108	135	161	251	314

Il serraggio dei bulloni può, inoltre, essere effettuato anche mediante serraggio a mano o con chiave a percussione, fino a porre a contatto le lamiere fra testa e dado. Si dà, infine, una rotazione al dado compresa fra  $90^\circ$  e  $120^\circ$ , con tolleranze di  $60^\circ$  in più.

Durante il serraggio, la norma CNR UNI 10011 (*ritirata senza sostituzione*) consiglia di procedere nel seguente modo:

- serrare i bulloni, con una coppia pari a circa il 60% della coppia prescritta, iniziando dai bulloni più interni del giunto e procedendo verso quelli più esterni;
- ripetere l'operazione, come sopra detto, serrando completamente i bulloni.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per fare ruotare ulteriormente di 10° il dado;
- dopo avere marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, si allenta il dado con una rotazione pari a 60° e poi si riserra, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

Il controllo in situ deve essere eseguito verniciando in verde i bulloni che risultano conformi, e in rosso quelli non conformi. Le indagini devono essere condotte redigendo delle tabelle, una per ogni collegamento, nelle quali devono essere riportate le seguenti caratteristiche:

- valore della coppia di serraggio;
- mancanza del bullone;
- non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, ecc.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**PARTE X – NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI**

**ART. 89) 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.

**89).1 SCAVI**

**89).1.1 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...

**89).1.2 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.

**89).1.3 SCAVI IN PRESENZA D'ACQUA**

Gli scavi saranno compensati come quelli considerati in asciutto.

L'aggottamento delle acque di falda con pompe idrovore sarà pagata come indicato nell'elenco prezzi con il relativo prezzo di elenco, comprensivo di pompe, mano d'opera, trasporto, messa in opera tubi, fornitura di energia, manutenzione, guardiania, controllo e assistenza nelle 24 ore e comprensivo della realizzazione e gestione di apposita vasca di sedimentazione per lo scarico in alveo di acque limpide.

**89).1.4 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...;



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

- 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.

**89).1.5 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.

**89).2 RILEVATI, RINTERRI E VESPAI**

**89).2.1 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.

**89).2.2 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.

**89).2.3 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**89).2.4 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.

**89).3 DEMOLIZIONI, DISMISSIONI E RIMOZIONI**

**89).3.1 DEMOLIZIONE TOTALE O PARZIALE DI FABBRICATI**

Il volume da computare sarà quello, vuoto per pieno, ottenuto moltiplicando la superficie contenuta dal perimetro esterno del manufatto per l'altezza effettiva da demolire misurata tra il piano di calpestio più basso e il piano di estradosso dell'ultimo solaio. Il volume così conteggiato comprende eventuali sporti e aggetti presenti, che pertanto non saranno conteggiati separatamente.

**89).3.2 DEMOLIZIONI DI TRAMEZZI**

Le demolizioni parziali o totali di tramezzi di spessore non superiore a 15 cm, compresi gli eventuali rivestimenti, devono essere valutate a metro quadrato, compreso l'onere del trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta.

**89).3.3 DEMOLIZIONI DI MURATURE**

Le demolizioni parziali o totali di murature di spessore superiore a 15 cm, compresi gli eventuali rivestimenti, devono essere valutate a metro cubo, compreso l'onere del trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta.

**89).3.4 TAGLIO A SEZIONE OBBLIGATA DI MURATURE PER REALIZZAZIONE VARCHI E/O APERTURE**

Il taglio a sezione obbligata di muratura di spessore superiore a 15 cm eseguito con metodi manuali o meccanici per la realizzazione di vani porta o finestre e simili, compreso l'onere del puntellamento, lo sgombero delle macerie e del loro trasporto a Pubblica Discarica, deve essere compensato a metro cubo.

**89).3.5 DEMOLIZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI IN CEMENTO 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.

**89).3.6 DEMOLIZIONI TOTALI DI SOLAIO**

Le demolizioni totali di solai di qualsiasi tipo e spessore, compresi gli eventuali pavimenti, e l'onere del trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta, devono essere valutate a metro quadrato.

**89).3.7 TAGLIO A SEZIONE OBBLIGATA DI SOLAIO**

Il taglio a sezione obbligata di porzione di solaio, compreso l'onere del taglio della parte di pavimento prevista in progetto, del sottofondo, dello sgombero delle macerie e del loro trasporto a pubblica discarica, deve essere compensato a metro quadrato.

**89).3.8 DEMOLIZIONE DI CONTROSOFFITTI**

.....omissis.....



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**89).3.9 DISMISSIONE DI PAVIMENTI E RIVESTIMENTI**

.....omissis.....

**89).3.10 DISMISSIONE DI LASTRE DI MARMO PER SOGLIE, DAVANZALI DI FINESTRE, ECC.**

.....omissis.....

**89).3.11 RIMOZIONE DI INFISSI**

.....omissis.....

**89).3.12 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.

<b>89).4 MURATURE E TRAMEZZI</b>
----------------------------------

**89).4.1 MURATURE**

.....omissis.....

**89).4.2 TRAMEZZI**

.....omissis.....

**89).4.3 SAGOME, CORNICI, CORNICIONI, LESENE E PILASTRI**

.....omissis.....

<b>89).5 CALCESTRUZZI</b>
---------------------------

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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**89).5.1 CASSEFORME**

Le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computate a metro quadrato.

**89).6 ACCIAIO PER ARMATURE E RETI ELETTROSALDATE**

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.

**89).7 PALI DI FONDAZIONE**

.....omissis.....

**89).8 SOLAI, IMPERMEABILIZZAZIONI, RIVESTIMENTI, ECC...**

.....omissis.....

**89).9 IMPERMEABILIZZAZIONI**

.....omissis.....

**89).10 LAVORI IN METALLO**

.....omissis.....

**89).11 CONTROSOFFITTI**

.....omissis.....

**89).12 PAVIMENTI E RIVESTIMENTI**

.....omissis.....

**89).14 INTONACI**

.....omissis.....



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**89).15 TINGEGGIATURE, COLORITURE E VERNICIATURE**

.....omissis.....

**89).16 INFISSI**

.....omissis.....

**89).17 PLUVIALI E GRONDAIE**

.....omissis.....

**89).18 IMPIANTI ELETTRICI**

.....omissis.....

**89).19 TUBAZIONI, POZZETTI PREFABBRICATI, APPARECCHIATURE E IMPIANTI ECC...**

**89).19.1 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.

**89).19.2 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.

**89).19.3 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.

**89).19.4 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**89).19.5 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.

**89).19.6 APPARECCHIATURE DEGLI IMPIANTI**

Le apparecchiature degli impianti devono essere valutate a numero e secondo le caratteristiche costruttive in relazione alle prescrizioni contrattuali.

**89).20 OPERE STRADALI E PAVIMENTAZIONI VARIE**

**89).20.1 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.

**89).20.2 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.

**89).20.3 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 1,00x1,00x0,50 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.

**89).20.4 CILINDRATURA DI MASSICCIATA E SOTTOFONDI**

Il lavoro di cilindatura 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

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 cilindatura 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.

**89).20.5 FONDAZIONI E PAVIMENTAZIONI IN CALCESTRUZZO; 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

**89).20.6 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.

**89).20.7 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.

**89).20.8 PAVIMENTAZIONI DI MARCIAPIEDI**

Le pavimentazioni di marciapiedi devono essere compensate a metro quadrato di superficie realizzata.

**89).20.9 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.

**89).20.10 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.

**89).21 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.



COMUNE DI GENOVA

**AREA TECNICA  
DIREZIONE OPERE IDRAULICHE E SANITARIE**

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro.

**89).22    *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.

**89).23    *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.