



COMUNE DI GENOVA

DIREZIONE ATTUAZIONE OPERE PUBBLICHE

DETERMINAZIONE DIRIGENZIALE N. 2020-205.0.0.-79

L'anno 2020 il giorno 04 del mese di Agosto il sottoscritto De Fornari Ferdinando in qualità di dirigente di Direzione Attuazione Opere Pubbliche, ha adottato la Determinazione Dirigenziale di seguito riportata.

OGGETTO Lavori di realizzazione di ascensore per abbattimento barriere architettoniche Scuola Cantore Lomellini – Corso de Stefanis, 56. Presa d'atto gara deserta ed individuazione di nuova modalità di gara. CUP B35B18010330004 - MOGE 17267 – CIG 83905103E4.

Adottata il 04/08/2020
Esecutiva dal 04/08/2020

04/08/2020	DE FORNARI FERDINANDO
------------	-----------------------

Sottoscritto digitalmente dal Dirigente Responsabile



COMUNE DI GENOVA

DIREZIONE ATTUAZIONE OPERE PUBBLICHE

DETERMINAZIONE DIRIGENZIALE N. 2020-205.0.0.-79

OGGETTO Lavori di realizzazione di ascensore per abbattimento barriere architettoniche Scuola Cantore Lomellini – Corso de Stefanis, 56. Presa d'atto gara deserta ed individuazione di nuova modalità di gara. CUP B35B18010330004 - MOGE 17267 – CIG 83905103E4.

IL DIRIGENTE RESPONSABILE

Premesso che:

- con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 7 del 24 gennaio 2019 è stato approvato il Programma Triennale dei Lavori Pubblici 2019-2021, comprensivo dell'intervento in questione;
- con deliberazione di Giunta Comunale n. DGC-2019-285 del 17/10/2019 definitiva, è stato approvato il progetto definitivo relativo ai lavori in oggetto, redatto dal gruppo di lavoro composto da Arch. Rosanna Tartaglino, Ing. Adriano Galante, Arch. Bianca Torre; per una spesa complessiva pari ad euro (Q.E) 150.000,00 (Centocinquantamila/00);
- con determinazione dirigenziale D.D. n. 2019/205.0.0./4 adottata il 24/12/2019 ed esecutiva dal 28/12/2019 è stato approvato il Quadro Economico ed il relativo impegno di spesa relativo all'intervento in oggetto, per una spesa complessiva di Euro 150.000,00.

Premesso altresì che:

- con determinazione dirigenziale D.D. n. 2020/205.0.0./13 adottata il 18/02/2020 ed esecutiva dal 18/03/2020 è stato approvato il Progetto Definitivo ed è stato determinato di conferire in appalto la progettazione esecutiva ed i lavori medesimi mediante procedura aperta, ai sensi dell'art. 60 del Codice Appalti;
- il criterio di affidamento scelto è stato quello di offerta economicamente più vantaggiosa, individuata sulla base del miglior rapporto qualità/prezzo ex art. 95, comma 2 del Codice, secondo i criteri previsti dal disciplinare di gara, con valutazione della congruità delle offerte che presentano sia i punti relativi al prezzo, sia la somma dei punti relativi agli altri elementi di valutazione, entrambi pari o superiori ai quattro quinti dei corrispondenti punti massimi previsti dal bando di gara, ai sensi dell'art. 97, comma 3 del Codice.

Sottoscritto digitalmente dal Dirigente Responsabile

- in esecuzione della determinazione sopra citata e come da nota Prot. 109725 del 06/04/2020, la Stazione Unica Appaltante Settore Lavori del Comune di Genova ha avviato la procedura di gara, gestita in forma interamente telematica (Gara Telematica G00278).

Preso atto che:

- con avviso di Procedura di Gara Deserta prot. 158525 del 29/05/2020, la Stazione Unica Appaltante del Comune ha comunicato che la procedura di gara per i lavori in oggetto è stata dichiarata deserta per mancanza di offerte, in quanto non è pervenuta alcuna offerta nei modi e nei termini fissati dal bando di gara, come da verbale cron. n. 159 del 27/05/2019.

Considerato che:

- in virtù dell'esito di gara deserta, si ritiene necessario indire una nuova procedura di gara, ricorrendo all'uso della procedura negoziata senza previa pubblicazione di un bando, ai sensi dell'art. 63, comma 2 lett. a);

- la gara suddetta dovrà essere esperita alle condizioni ed oneri del Capitolato Speciale d'Appalto, così come di seguito modificato all'art. 2 comma 5: *“sulla base del miglior rapporto “qualità/prezzo” secondo i criteri di valutazione dettagliati nel disciplinare di gara”* in *“con il criterio del minor prezzo, inferiore a quello posto a base di gara, determinato mediante ribasso unico percentuale sull'elenco prezzi posto a base di gara”*

e dello Schema di Contratto, così come di seguito modificato nelle premesse in pagina 3: *“mediante esperimento di procedura aperta, ai sensi dell'art. 60 del D.Lgs. 18 aprile 2016 n. 50”* in *“mediante esperimento di procedura negoziata su piattaforma telematica, ai sensi del combinato disposto di cui agli artt. 58 e 36 del D.Lgs. 18.04.2016 n.50”* e *“con il punteggio totale di punti e il ribasso percentuale pari al”* in *“con il ribasso percentuale offerto, pari al”*, allegati quali parte integrante del presente provvedimento

e del Capitolato Generale approvato con D.M.LL.PP. 19.04.2000 n.145, per quanto ancora vigente ed in quanto compatibile con le disposizioni del Codice.

- confermando quanto già disposto con la determinazione dirigenziale D.D. n. 2020/205.0.0./13, si ritiene opportuno procedere all'affidamento dei lavori stessi con il criterio del minor prezzo, inferiore a quello posto a base di gara, ai sensi dell'art. 36, comma 9bis, determinato mediante ribasso unico percentuale sull'elenco prezzi posto a base di gara, per un importo complessivo dell'appalto ammontante ad Euro 132.011,75 di cui Euro 5.000,00 per la progettazione esecutiva, Euro 5.715,82 quali oneri di sicurezza ed Euro 8.903,63, per opere in economia, il tutto oltre I.V.A. pari al 4%;

- l'importo soggetto a ribasso ammonta ad Euro 117.329,30, di cui Euro 112.392,30 per l'esecuzione dei lavori ed Euro 5.000,00 per la progettazione esecutiva;

- ai sensi dell'art. 97, comma 8 del Codice, è opportuno applicare alla gara di che trattasi il criterio dell'esclusione automatica delle offerte che presentano una percentuale di ribasso pari o superiore alla soglia di anomalia individuata ai sensi dell'art. 97, comma 2), del Codice, tramite applicazione di uno dei metodi di calcolo cui alle lettere a), b), c), d) ed e), sorteggiato in sede di gara.

Sottoscritto digitalmente dal Dirigente Responsabile

Considerato infine che:

- si ritiene opportuno, nel rispetto dei principi di economicità, efficacia e tempestività di cui all'art. 30 del Codice, che lo svolgimento della procedura negoziata avvenga attraverso l'utilizzo della piattaforma telematica accessibile dalla pagina web <https://appalti.comune.genova.it/PortaleAppalti/>.

Dato atto che:

- la presente determinazione dirigenziale non comporta alcuna assunzione di spesa a carico del Bilancio comunale né riscontro contabile, sicché non viene richiesto il visto di regolarità contabile ai sensi dell'art.151, comma 4, del D.lgs. n.267/2000.
- il presente provvedimento è regolare sotto il profilo tecnico, amministrativo e contabile ai sensi dell'art. 147 bis, comma 1 del D.lgs. 267/2000 (TUEL).

Visti:

- l'art. 107 del Decreto Legislativo 18.8.2000, n. 267;
- gli artt. 77 e 80 dello Statuto del Comune di Genova;
- gli artt. 4, 16 e 17 del D. Lgs. 165/2001;

Vista la delibera CC n. 11 del 26/02/2020 con cui sono stati approvati i Documenti Previsionali e Programmatici 2020/2022;

DETERMINA

1. di procedere all'esecuzione dei lavori di cui trattasi, tramite contratto "a misura" ai sensi dell'art. 59, comma 5-bis, del Codice;
2. di aggiudicare i lavori sopra descritti mediante procedura negoziata, ai sensi dell'art. 36, comma 2, lettera b) del Codice, senza previa pubblicazione di bando, utilizzando l'apposito albo telematico aperto per le procedure negoziate del Comune di Genova costituito sul portale <https://appalti.comune.genova.it/PortaleAppalti/> nel rispetto del principio di rotazione garantito dallo stesso e in ossequio a quanto stabilito dalla deliberazione della Giunta Comunale n. 239/2017;
3. di utilizzare per l'esperimento della procedura negoziata la piattaforma telematica accessibile dalla pagina web <https://appalti.comune.genova.it/PortaleAppalti/>;
4. di utilizzare, quale criterio di aggiudicazione, per le motivazioni di cui in premessa, il criterio del minor prezzo, inferiore a quello posto a base di gara, ai sensi dell'art. 36, comma 9bis, determinato mediante ribasso sull'elenco prezzi posto a base di gara per i lavori in oggetto, alle condizioni ed oneri del Capitolato Speciale d'Appalto, dello Schema di Contratto allegati al presente provvedimento e del Capitolato Generale approvato con D.M. LL.PP. 19/04/2000 n.145, per quanto ancora vigente e in quanto compatibile con le disposizioni del Codice;

Sottoscritto digitalmente dal Dirigente Responsabile

5. di applicare l'esclusione automatica, ai sensi dell'art. 97 comma 8 del Codice, delle offerte presentanti ribasso pari o superiore alla soglia di anomalia determinata ai sensi dell'art. 97, comma 2 del Codice;
6. di provvedere a cura della Direzione Stazione Unica Appaltante del Comune, per l'espletamento degli adempimenti relativi alle procedure di gara, di aggiudicazione e di stipula del contratto di appalto;
7. di autorizzare la liquidazione della spesa mediante emissione di atti di liquidazione digitale in ragione dell'effettivo andamento dei lavori, nei limiti di spesa di cui al provvedimento di affidamento dell'incarico in argomento;
8. di dare atto dell'avvenuto accertamento dell'insussistenza di situazioni di conflitto di interessi ai sensi dell'art. 42 D. Lgs. n. 50/2016 e art. 6 bis L. 241/1990;
9. di provvedere a cura della Direzione Stazione Unica Appaltante del Comune alla pubblicazione del presente provvedimento sul profilo del Comune, alla sezione "Amministrazione Trasparente", ai sensi dell'art. 29 del Codice;
10. di dare atto che il presente provvedimento è stato redatto nel rispetto della normativa sulla tutela dei dati personali.

Il Dirigente
Arch. Ferdinando De Fornari

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

OGGETTO: LAVORI DI REALIZZAZIONE ASCENSORE PER
ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE
SCUOLA CANTORE LOMELLINI IN CORSO DE STEFANIS
56 (GE)

MOGE: 17267

CIG: 83905103E4

Il progettista: **Giuseppe Sgorbini**

Genova li, **03/08/2020**

SOMMARIO

PARTE PRIMA - DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI	4
Art. 1. Oggetto dell'appalto	4
Art. 2. Definizione economica dell'appalto	4
Art. 3. Definizione tecnica dell'oggetto dell'appalto	4
Art. 4. Qualificazione	Errore. Il segnalibro non è definito.
Art. 5. Interpretazione del progetto.....	5
Art. 6. Documenti che fanno parte del contratto.....	5
Art. 7. Disposizioni particolari riguardanti l'appalto	6
Art. 8. Consegna dei lavori	6
Art. 9. Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore.....	7
Art. 10. Contabilizzazione dei lavori.....	7
Art. 11. Contabilizzazione dei lavori in economia	8
Art. 12. Variazioni al progetto e al corrispettivo.....	8
Art. 13. Contestazioni e riserve	8
Art. 14. Norme di sicurezza	9
Art. 15. Subappalti	10
Art. 16. Adempimenti in materia di lavoro dipendente, previdenza e assistenza.....	10
Art. 17. Sinistri.....	11
Art. 18. Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore	11
PARTE SECONDA - DEFINIZIONE TECNICA DEI LAVORI	14
CAPITOLO 1 - ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE	14
Art. 19. Accettazione	14
Art. 20. Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali	14
Art. 21. Impiego di materiali o componenti di minor pregio	14
Art. 22. Impiego di materiali riciclati e di terre e rocce da scavo	14
Art. 23. Norme di riferimento e marcatura CE	15
Art. 24. Provvista dei materiali	16
Art. 25. Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto	16
Art. 26. Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche.....	16
Art. 27. Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati	16
CAPITOLO 2 - MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE	17
Art. 28. Materiali e prodotti per uso strutturale	17
Art. 29. Componenti del calcestruzzo	17
Art. 30. Acciaio per cemento armato	29
Art. 31. Acciaio per cemento armato precompresso	39
Art. 32. Acciaio per strutture metalliche.....	42
Art. 33. Elementi costruttivi prefabbricati.....	51
Art. 34. Elementi per solai misti in cemento armato	57
Art. 35. Elementi strutturali composti di acciaio e calcestruzzo.....	61
CAPITOLO 3 - MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO E IMPIANTISTICHE	62
Art. 36. Calci idrauliche da costruzioni	62
Art. 37. Laterizi	62
Art. 38. Manufatti di pietre naturali o ricostruite.....	63
Art. 39. Prodotti per pavimentazione e controsoffitti.....	66
Art. 40. Prodotti per rivestimenti interni ed esterni.....	79
Art. 41. Vernici, smalti, pitture, ecc.	83
Art. 42. Sigillanti, adesivi e geotessili.....	85
Art. 43. Prodotti e materiali per partizioni interne e pareti esterne	89
Art. 44. Impermeabilizzazioni e coperture piane.....	92
Art. 45. Vetri.....	98
Art. 46. Infissi in legno e in metallo	102
CAPITOLO 4 - NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI	115
Art. 47. Rilievi, tracciati e capisaldi.....	115
Art. 48. Programma esecutivo dei lavori	115
Art. 49. Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere e ordine dei lavori.....	116
Art. 50. Integrazione del piano di manutenzione dell'opera	121
CAPITOLO 5- MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE	122
Art. 51. Demolizioni	122
Art. 52. Scavi a sezione obbligata e sbancamenti in generale	124

Art. 53.	Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi	126
Art. 54.	Riparazione di sottoservizi.....	126
Art. 55.	Rilevati e rinterrì	126
Art. 56.	Fondazioni dirette	127
Art. 57.	Opere e strutture di muratura.....	127
Art. 58.	Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo.....	132
Art. 59.	Armature minime e limitazioni geometriche delle sezioni degli elementi strutturali in c.a.	161
Art. 60.	Solai misti di cemento armato e cemento armato precompresso	165
Art. 61.	Esecuzione di strutture in acciaio.....	166
Art. 62.	Esecuzione di strutture composte di acciaio e calcestruzzo	170
Art. 63.	Solai in ferro e tavelloni.....	172
Art. 64.	Esecuzione delle coperture continue (piane)	173
Art. 65.	Opere di impermeabilizzazione	176
Art. 66.	Esecuzione delle pareti esterne e delle partizioni interne	177
Art. 67.	Esecuzione di intonaci	180
Art. 68.	Opere di vetratura e serramentistica.....	187
Art. 69.	Esecuzione delle pavimentazioni	188
Art. 70.	Opere di rifinitura varie.....	193
Art. 71.	Giunti di dilatazione	205
CAPITOLO 6 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI		208
Art. 72.	Sistemi di collegamento degli impianti alle strutture.....	208
Art. 73.	Impianti elettrici	208
Art. 74.	Verifiche dell'impianto elettrico	228
Art. 75.	Impianti di illuminazione. Verifiche illuminotecniche.....	239
Art. 76.	Ascensori e piattaforme elevatrici	242
CAPITOLO 9 - ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI		253
Art. 77.	Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio.....	253
Art. 78.	Controlli sul calcestruzzo fresco	257
Art. 79.	Controlli sul calcestruzzo in corso d'opera.....	258
Art. 80.	Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio	264
Art. 81.	Prove sugli infissi	267
PARTE TERZA - SPECIFICHE TECNICHE DELLE LAVORAZIONI		269
CAPITOLO 10 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI		269
Art. 82.	Valutazione lavori a corpo e a misura.....	269
Art. 83.	Scavi	269
Art. 84.	Rilevati, rinterrì e vespai.....	270
Art. 85.	Demolizioni, dismissioni e rimozioni	270
Art. 86.	Murature, calcestruzzi, solai, impermeabilizzazioni.....	272
Art. 87.	Impianti elettrici	277
Art. 88.	Noleggi	278
Art. 89.	Manodopera.....	278
Art. 90.	Trasporti	278

PARTE PRIMA - DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI

Art. 1. Oggetto dell'appalto

1. L'appalto, "integrato a misura", consiste nella redazione della progettazione esecutiva e nell'esecuzione dei relativi lavori e delle forniture, necessari per l'intervento di "REALIZZAZIONE ASCENSORE PER ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE NELLA SCUOLA CANTORE LOMELLINI IN CORSO DE STEFANIS 56 (GE)"
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

1. L'importo complessivo stimato dei lavori e delle forniture compresi nell'appalto ammonta a **EURO 132.011,75** (diconsi Euro centotrentaduemilazeroundici/75), come dal seguente prospetto:

			Importo
A.1	Lavori a Misura	Euro	112.392,30
A.2	Progettazione esecutiva	Euro	5.000,00
A.3	Oneri per la sicurezza	Euro	5.715,82
A.4	Lavori in economia	Euro	8.903,63
	Totale complessivo	Euro	132.011,75

2. La quota riferita al costo della mano d'opera, dedotta dal prezzario della Regione Liguria anno 2019, è pari a EURO 45.541,42 (quarantacinquemilacinquecentoquarantuno/42), corrispondente al 40,52% (quaranta/52%) dell'importo lavori.
3. Gli oneri di cui al precedente punto A.3 sono stati determinati ai sensi del punto 4, allegato XV del D. Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 e individuano la parte del costo dell'opera da non assoggettare a ribasso nelle offerte delle imprese esecutrici.
4. L'ammontare del punto A.3 rappresenta la stima dei costi della sicurezza e sarà liquidato analiticamente a misura sulla base di quanto effettivamente eseguito o sostenuto, rinunciando ad ogni pretesa per quello non attuato.
5. Il presente appalto verrà aggiudicato ai sensi dell'art. 95 del D. Lgs. 50/2016-Codice dei contratti pubblici (d'ora innanzi denominato il Codice), con il criterio del minor prezzo, inferiore a quello posto a base di gara, determinato mediante ribasso unico percentuale sull'elenco prezzi posto a base di gara.

Art. 3. Definizione tecnica dell'oggetto dell'appalto

1. Il contratto è stipulato "a misura" ai sensi dell'art. 59, comma 5-bis e dell'art. 3, lettera eeeee) del Codice.
2. Il contratto prevede l'affidamento della progettazione esecutiva e dell'esecuzione di lavori sulla base del progetto definitivo dell'amministrazione aggiudicatrice ai sensi dell'art. 59, comma 1- bis del codice.
3. Le opere, oggetto dell'appalto, interessano l'abbattimento delle barriere architettoniche mediante l'installazione di un impianto ascensore e modifiche e integrazioni degli accessi a piano terra con inserimento di una rampa per disabili, il tutto come meglio descritto nei documenti di cui all'art.6 del presente CSA.

Art. 4. Qualificazione

Ai soli fini della qualificazione dell'Impresa i lavori di cui al presente Capitolato sono assimilabili alle seguenti Categorie:

Categoria	Importo	Incidenza
OG1	Euro 57.267,22	45,09%
OS18A	Euro 37.170,78	29,27%
OS4	Euro 32.573,75	25,64%

Adeguate attrezzature tecniche, ai sensi dell'art. 90, comma 1, lett.c), d.P.R. 207/2010:

OG1: montacarichi 250kg - martello perforatore elettrico 7kg - trapano a percussione elettrico - avvitatore elettrico - betoniera 250lt - frusta impastatrice - sega circolare - autocarro 35q.li

OS18A: saldatrice, trapano, flessibile, troncatrice.

OS4: saldatrice, trapano, flessibile.

Art. 5. Interpretazione del progetto

In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.

Art. 6. Documenti che fanno parte del contratto

1. Fanno parte integrante e sostanziale del contratto d'appalto, ancorché non materialmente allegati:
 - a) il capitolato generale d'appalto approvato con decreto ministeriale 19 aprile 2000, n. 145, per quanto ancora in vigore;
 - b) il presente capitolato speciale d'appalto;
 - c) l'elenco prezzi;
 - d) tutti gli elaborati progettuali sotto elencati:
 - e) cronoprogramma degli interventi;
 - f) i computi metrici;
 - g) i computi metrici estimativi.

- (01). D-A RT – RELAZIONE TECNICA
- (02). D-A 00 – Planimetria Generale
- (03). D-A 01 – Stato Attuale Pianta Piano Interrato
- (04). D-A 02 – Stato Attuale Pianta Piano Terra e Sezione
- (05). D-A 03 – Stato Attuale Pianta Piano Primo
- (06). D-A 04 – Stato Attuale Pianta Piano Secondo e Terzo
- (07). D-A 05 – Progetto Pianta Piano Interrato
- (08). D-A 06 – Progetto Pianta Piano Terra e Sezione
- (09). D-A 07 – Progetto Pianta Piano Primo
- (10). D-A 08 – Progetto Pianta Piano Secondo e Terzo
- (11). D-A 09 – Confronto Pianta Piano Interrato
- (12). D-A 10 – Confronto Pianta Piano Terra e Sezione
- (13). D-A 11 – Confronto Pianta Piano Primo
- (14). D-A 12 – Confronto Pianta Piano Secondo e Terzo
- (15). D-ST 00D – RELAZIONE GEOTECNICA
- (16). D-ST 00A – RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA STRUTTURALE
- (17). D-ST 00B – RELAZIONE DI CALCOLO
- (18). D-ST 00C – RELAZIONE MATERIALI
- (19). D-ST 00E – PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA

- (20). D-ST 01 – Fondazioni e soppalco - Carpenteria e armatura- Piante e sezioni
- (21). D-ST 02 – Solaio tipico - Struttura metallica - Pianta e dettagli
- (22). ALL.I – INDAGINE DIAGNOSTICA STRUTTURALE
- (24). D-GEO – RELAZIONE GEOLOGICA
- (25). D-IE RT – RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA IMPIANTI ELETTRICI
- (26). D-IE 01 – Distribuzione Impianto Elettrico Piano Seminterrato
- (27). D-IE 02 – Distribuzione Impianto Elettrico Piano Terra
- (28). D-IE 03 – Distribuzione Impianto Elettrico Piano Primo
- (29). D-IE 04 – Distribuzione Impianto Elettrico Piano Secondo
- (30). D-IE 05 – Distribuzione Impianto Elettrico Piano Terzo
- (31). D-G 01 – QUADRO ECONOMICO
- (32). D-G 02 – COMPUTO METRICO ESTIMATIVO
- (33). D-G 03 – CALCOLO INCIDENZA MANODOPERA
- (34). D-G 04 – COMPUTO METRICO ESTIMATIVO SICUREZZA
- (35). D-G 05 – COMPUTO METRICO
- (36). D-G 06 – COMPUTO METRICO SICUREZZA
- (37). D-G 07 – ELENCO PREZZI
- (38). D-G 08 – ELENCO PREZZI SICUREZZA
- (39). D-G 09 – CRONOPROGRAMMA

h) il piano della sicurezza, la stima degli oneri e il fascicolo dell'opera, come di seguito specificati:

(40). D-G 10 – PIANO SICUREZZA E COORDINAMENTO

- 2. Rimangono estranei ai rapporti negoziali le analisi prezzi.
- 3. Si richiama il disposto di cui all'art. 99 del R.D. 23 maggio 1924 n. 827 per quanto attiene i documenti summenzionati ma non materialmente allegati al contratto.

Art. 7. Disposizioni particolari riguardanti l'appalto

- 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.
- 2. Come disposto all'art. 34 del codice circa i criteri di sostenibilità energetica e ambientale in riferimento ai "materiali" impiegati nella realizzazione delle opere, gli stessi dovranno rispondere ai requisiti di cui al punto 2.4 e relativi sub. (specifiche tecniche dei componenti edilizi), mentre in riferimento al "cantiere", dovranno essere rispettate le specifiche di cui al punto 2.5 e relativi sub. e punto 2.7. e relativi sub riferiti al DECRETO 11 ottobre 2017 "Adozione dei Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici" - (Allegato Tecnico 1) e pertanto il predetto decreto per le parti riferibili al presente appalto viene integralmente applicato.

Art. 8. Consegna dei lavori

- 1. La consegna dei lavori è disciplinata dall'art. 5 del Decreto Ministeriale Infrastrutture e Trasporti in data 07/03/2018 n.49 - "Approvazione delle linee guida sulle modalità di svolgimento delle funzioni di direttore dei lavori e di direttore dell'esecuzione" (d'ora innanzi, denominato il Decreto).
- 2. L'Amministrazione potrà procedere, in caso di urgenza, alla consegna dei lavori sotto le riserve di legge di cui all'art. 32, comma 8, del Codice, restando così inteso che l'Appaltatore si obbliga ad accettare la consegna dei lavori anche nelle more della stipulazione del contratto. Il Direttore dei Lavori indicherà espressamente sul verbale le lavorazioni da iniziare immediatamente, comprese le opere provvisoriale.

3. Ai sensi dell'art 5, comma 12, del Decreto, nel caso di accoglimento dell'istanza di recesso dell'esecutore dal contratto per ritardo nella consegna dei lavori attribuibile a causa imputabile alla Stazione Appaltante, l'esecutore ha diritto al rimborso delle spese contrattuali effettivamente sostenute e documentate, nei limiti di quanto stabilito dal presente Capitolato Speciale, in misura non superiore alle seguenti percentuali, calcolate sull'importo netto dell'appalto:
 - a) 1,00 per cento per la parte dell'importo fino a 258.000 euro;
 - b) 0,50 per cento per l'eccedenza fino a 1.549.000 euro;
 - c) 0,20 per cento per la parte eccedente i 1.549.000 euro.
4. All'atto della consegna dei lavori l'appaltatore dovrà aver già consegnato alla Stazione Appaltante la documentazione relativa ai piani di sicurezza previsti D.Lgs. n. 81 del 2008.

Art. 9. Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore

1. Entro quindici 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, di cui all'art. 1 comma 1 lettera f) del Decreto, 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. Detto programma deve essere coerente con il programma predisposto dalla Stazione Appaltante, con l'offerta tecnica presentata in sede di gara e con le obbligazioni contrattuali 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.
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 committente;
 - 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'art. 92 del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il Piano di Sicurezza e di Coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato.

Qualora l'Appaltatore non abbia ottemperato a quanto sopra entro 10 giorni dalla richiesta scritta della Direzione lavori, sarà applicata la stessa penale giornaliera prevista dallo Schema di Contratto per il ritardo sull'ultimazione dei lavori.

Art. 10. Contabilizzazione dei lavori

La contabilizzazione dei lavori sarà effettuata ai sensi del Decreto - Titolo II capo IV – Controllo Amministrativo Contabile.

Art. 11. Contabilizzazione dei lavori in economia

1. Per i lavori in economia verranno applicati i costi della mano d'opera desunti, per gli operai edili, dalla tabella periodica pubblicata dall'Associazione dei Costruttori Edili della Provincia di Genova, aumentati del 15% per spese generali e di un ulteriore 10% per utili dell'impresa, per una percentuale complessiva del 26,50%; per gli operai che operano nei settori: **Opere metalmeccaniche, Impianti Elettrici Idraulici Riscaldamento**, si farà riferimento al Prezzario Opere Edili ed Impiantistiche - Regione Liguria - Anno 2019.
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. 9 aprile 2008 n. 81, per il loro nolo e manutenzione, per l'assistenza e sorveglianza sul lavoro, per l'illuminazione del cantiere, per assicurazioni e contributi sociali ed assistenziali, per ferie ed assegni familiari e per ogni altro onere stabilito per legge a carico del datore di lavoro.
3. I lavori in economia a termini di contratto, non danno luogo ad una valutazione a misura, ma sono inseriti nella contabilità secondo i prezzi di elenco per l'importo delle somministrazioni al netto del ribasso d'asta, per quanto riguarda i materiali. Per la mano d'opera e noli, sono liquidati con applicazione del ribasso d'asta esclusivamente sulla quota delle spese generali ed utili (26,50%).
4. I prezzi dei materiali e dei noli saranno desunti dal Prezzario Opere Edili ed Impiantistiche - Regione Liguria - Anno 2019 al lordo del ribasso offerto in sede di gara.
5. Dette prestazioni verranno inserite in contabilità nell'acconto immediatamente successivo la loro esecuzione e/o somministrazione.

Art. 12. Variazioni al progetto e al corrispettivo

Qualora il Comune di Genova, richiedesse e ordinasse modifiche o varianti in corso d'opera, fermo restando il rispetto delle condizioni e della disciplina di cui all'art. 106 del Codice, le stesse saranno concordate e successivamente liquidate ai prezzi di contratto, ma se comportano lavorazioni non previste o si debbono impiegare materiali per i quali non risulta fissato il prezzo contrattuale, si procederà alla formazione di "nuovi prezzi", come disposto dall' art. 8 comma 5 del Decreto.

Art. 13. Contestazioni e riserve

1. L'esecutore è sempre tenuto ad uniformarsi alle disposizioni del Direttore dei Lavori, senza poter sospendere o ritardare il regolare sviluppo dei lavori, quale che sia la contestazione o la riserva che egli iscriva negli atti contabili.
2. Il registro di contabilità deve essere firmato dall'appaltatore, con o senza riserve, nel giorno che gli vien presentato, in occasione di ogni stato di avanzamento.
3. Nel caso in cui l'appaltatore non firmi il registro è invitato a farlo entro il termine perentorio di 15 giorni e, qualora persista nell'astensione o nel rifiuto, se ne farà espressa menzione nel registro.
4. Se l'appaltatore ha firmato con riserva, qualora l'esplicazione e la quantificazione non sia possibile al momento della formulazione della stessa, egli deve, a pena di decadenza, nel termine di quindici giorni, esplicitare la riserva, scrivendo e firmando nel registro le corrispondenti domande di indennità.
5. Le riserve devono essere formulate in modo specifico ed indicare con precisione le ragioni sulle quali esse si fondano. In particolare, le riserve devono contenere, a pena di inammissibilità, la precisa quantificazione delle somme che l'esecutore ritiene gli siano dovute. La quantificazione della riserva è effettuata in via definitiva, senza possibilità di successive integrazioni o incrementi rispetto all'importo iscritto.
6. Le riserve devono essere iscritte, a pena di decadenza sul primo atto di appalto idoneo a riceverle, successivo all'insorgenza o alla cessazione del fatto che ha determinato il pregiudizio dell'esecutore. In ogni caso, sempre a pena di decadenza, le riserve sono iscritte anche nel registro di contabilità all'atto della firma immediatamente successiva al verificarsi o al cessare del fatto pregiudizievole. Le riserve non riconfermate sul conto finale si intendono

abbandonate. Nel caso che l'appaltatore non abbia firmato il registro, nel termine come sopra prefissogli, oppure, avendolo firmato con riserva, non abbia poi esplicito le sue riserve nel modo e nel termine sopraindicati, si avranno come accertati i fatti registrati, e l'appaltatore decadrà dal diritto di far valere in qualunque tempo e modo, riserve o domande che ad essi si riferiscano.

7. Il Direttore dei Lavori dovrà, entro i successivi quindici giorni, scrivere nel registro le proprie controdeduzioni motivando.

Art. 14. Norme di sicurezza

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.
2. Le norme per l'installazione di impianti di cantiere, dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici, etc. devono essere conformi ai sensi del DPR 462 del 2001 e del D.M. 37 del 2008.
3. E' obbligo dell'Impresa esecutrice trasmettere alla Stazione Appaltante, entro trenta giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, una dichiarazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavori effettuate all'Inps, all'Inail e alla Cassa edile, nonché una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti. E' fatto obbligo all'Impresa, altresì, di trasmettere quant'altro richiesto dalla Direzione dei Lavori o dal RUP ai fini del rispetto degli obblighi previsti dalla normativa vigente o dal presente Capitolato Speciale.
4. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'art. 15 del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, nonché le disposizioni dello stesso decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere.
5. L'Amministrazione appaltante fornirà, ai sensi dell'art. 90 del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, il Piano di Sicurezza e di Coordinamento, nonché il fascicolo informativo.
6. E' obbligo dell'impresa appaltatrice attenersi alle disposizioni del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 nonché a quelle impartite dal Coordinatore in materia di Sicurezza e di Salute durante la realizzazione dell'opera designato ai sensi del terzo comma dell'art. 90 del medesimo D.Lgs.; nel rispetto di tali norme i suddetti obblighi valgono anche per le eventuali imprese subappaltatrici.
7. In conformità all'art. 100, comma 5, del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, l'impresa appaltatrice può presentare, entro trenta giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, proposte di integrazione al Piano di Sicurezza e 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.
8. Entro il medesimo termine di cui sopra, l'appaltatore deve redigere e consegnare alla Civica Amministrazione, il Piano Operativo di Sicurezza (POS) per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Detto piano farà parte integrante del contratto di appalto.
9. 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.
10. 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 degli operai, delle persone addette ai lavori e dei terzi, nonché evitare danni ai beni pubblici e privati, secondo quanto disposto dalla vigente normativa.
11. 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.
12. 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. L'Appaltatore medesimo deve fornire tempestivamente al Coordinatore per la Sicurezza nella fase esecutiva gli aggiornamenti alla documentazione di cui al comma 7, ogni volta che mutino le condizioni del cantiere, ovvero i processi lavorativi utilizzati.

Art. 15. Subappalti

1. Onde consentire una corretta e tempestiva esecuzione dei lavori possibilmente senza interruzioni o sospensione degli stessi, ai fini del rilascio dell'autorizzazione entro i termini previsti dall'art. 105 comma 18, del Codice, l'Impresa, all'atto della presentazione dell'istanza di subappalto, è tenuta a presentare la seguente documentazione:
 - A) Copia del contratto di subappalto dal quale emerga, tra l'altro, che il prezzo praticato dall'Impresa esecutrice di tali lavori non superi il limite indicato dall'art. 105 comma 14, del Codice. A tal fine, per ogni singola attività affidata in subappalto, dovrà essere precisato il prezzo pattuito nel contratto d'appalto, comprensivo del costo per gli oneri della sicurezza espressamente evidenziati, rispetto ai quali il subappaltatore non dovrà praticare alcun ribasso. La Stazione Appaltante, ai sensi dell'art. 3 della Legge n. 136/2010 e s.m.i., verifica che nei contratti sottoscritti con i subappaltatori e i subcontraenti della filiera delle Imprese, a qualsiasi titolo interessate ai lavori, sia inserita, a pena di nullità assoluta, un'apposita clausola con la quale ciascuno di essi assume gli obblighi di tracciabilità dei flussi
 - B) Attestazione S.O.A. dell'Impresa subappaltatrice, oppure, per i lavori di importo pari o inferiore a 150.000,00 Euro, documentazione a comprova dei requisiti di cui all'art. 90 del Regolamento.
 - C) Dichiarazione sostitutiva resa dal rappresentante dell'Impresa subappaltatrice secondo l'apposito modulo predisposto dal Comune di Genova, ritirabile presso l'ufficio del RUP.
2. Dalla data di presentazione dell'istanza di autorizzazione al subappalto decorrono trenta giorni, oppure quindici, nel caso di subappalti di importo inferiore al 2% (dueper cento) dell'importo del contratto d'appalto, oppure inferiori a 100.000,00 Euro, perché la Stazione Appaltante autorizzi o meno il subappalto. Tale termine può essere prorogato una volta sola se ricorrono giustificati motivi; tra i giustificati motivi potrebbe essere compresa l'incompletezza della documentazione presentata a corredo della domanda di autorizzazione al subappalto. I lavori oggetto di subappalto non potranno avere inizio prima dell'autorizzazione da parte del Comune di Genova, ovvero della scadenza del termine previsto al riguardo dall'articolo 105, comma 18, del Codice, senza che l'Amministrazione abbia chiesto integrazioni alla documentazione presentata o ne abbia contestato la regolarità.
3. Qualora l'istanza di subappalto pervenga priva di tutta o di parte della documentazione richiesta, il Comune non procederà al rilascio dell'autorizzazione e provvederà a contestare la carenza documentale all'Impresa appaltatrice. Si evidenzia che, in tale circostanza, eventuali conseguenti sospensioni dei lavori saranno attribuite a negligenza dell'Impresa appaltatrice medesima e pertanto non potranno giustificare proroghe al termine finale di esecuzione dei lavori, giustificando invece l'applicazione, in tal caso, delle penali contrattuali.

Art. 16. Adempimenti in materia di lavoro dipendente, previdenza e assistenza

1. L'Appaltatore è obbligato ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto nazionale di lavoro e negli accordi integrativi, territoriali ed aziendali, per il settore di attività e per la località dove sono eseguiti i lavori; esso è altresì responsabile in solido dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto.
2. L'Appaltatore è altresì obbligato a rispettare tutte le norme in materia retributiva, contributiva, previdenziale, assistenziale, inclusa la Cassa Edile, ove richiesta, assicurativa, sanitaria, di

solidarietà paritetica, previste per i dipendenti dalla vigente normativa, con particolare riguardo a quanto previsto dall'art. 105 del Codice

Art. 17. Sinistri

1. L'Appaltatore non può pretendere indennizzi per danni alle opere o provviste se non in caso fortuito o di forza maggiore. Sono considerati danni causati da forza maggiore quelli provocati alle opere da eventi imprevedibili o eccezionali e per i quali l'Appaltatore non abbia trascurato le ordinarie precauzioni.
2. L'Appaltatore è tenuto a prendere tempestivamente tutte le misure preventive atte ad evitare tali danni o provvedere alla loro immediata eliminazione. Nessun indennizzo sarà dovuto quando a determinare il danno abbia concorso la colpa o la negligenza dell'appaltatore o delle persone delle quali esso è tenuto a rispondere. Resteranno inoltre a totale carico dell'Appaltatore i danni subiti dalle opere provvisionali, dalle opere non ancora misurate o ufficialmente riconosciute, nonché i danni o perdite di materiali non ancora posti in opera, di utensili o di ponti di servizio e, in generale, di quanto altro occorra all'esecuzione piena e perfetta dei lavori. Questi danni dovranno essere denunciati immediatamente ed in nessun caso, sotto pena di decadenza, oltre i cinque giorni da quello dell'evento. L'Appaltatore non potrà, sotto nessun pretesto, sospendere o rallentare l'esecuzione dei lavori, tranne in quelle parti per le quali lo stato delle cose debba rimanere inalterato fino all'esecuzione dell'accertamento dei fatti.
3. L'indennizzo per quanto riguarda i danni alle opere è limitato all'importo dei lavori necessari per le occorrenti riparazioni, valutati ai prezzi ed alle condizioni di contratto.

Art. 18. Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore

1. Per la partecipazione alla gara d'appalto di cui al presente Capitolato Speciale, non è riconosciuto alcun compenso, né rimborso spese.
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) 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;
 - e) 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;
 - f) alla conservazione del traffico nelle zone interessate dai lavori secondo le disposizioni della Direzione Lavori e del Comando della Polizia Municipale;
 - g) 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.
 - h) ai rilievi, tracciati, verifiche, esplorazioni, capisaldi e simili che possono occorrere, anche su motivata richiesta del Direttore dei Lavori o dal RUP o dall'organo di collaudo, dal giorno in cui comincia la consegna fino al compimento del collaudo provvisorio, di tutte le utenze pubbliche e private in sottosuolo e/o soprassuolo interessanti le opere in oggetto, intendendosi a completo carico dell'Appaltatore

- medesimo gli eventuali spostamenti, ricollocazioni, opere provvisorie e/o definitive, comunque strutturate ed eseguite, necessari per l'eliminazione delle interferenze determinate dall'esecuzione dei lavori oggetto d'appalto, nonché ogni onere e danno dipendenti dalle utenze o a queste provocati;
- i) al risarcimento dei danni di ogni genere ai proprietari i cui immobili fossero in qualche modo danneggiati durante l'esecuzione dei lavori
 - j) 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;
 - k) ad operare e predisporre armature di sostegno e di contenimento in maniera e quantità tale da garantire la sicurezza delle opere, in quanto l'Appaltatore è responsabile della stabilità delle superfici degli scavi e delle strutture e fabbricati esistenti in prossimità degli stessi;
 - l) 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;
 - m) 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;
 - n) alla pulizia giornaliera del cantiere anche ai fini antinfortunistici, compreso lo smaltimento di imballaggi e simili;
 - o) al lavaggio accurato giornaliero delle aree pubbliche in qualsiasi modo lordate durante l'esecuzione dei lavori;
 - p) 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;
 - q) 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.
 - r) 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.
 - s) 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;
 - t) 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.
 - u) 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;

- v) 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;
- w) 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;
- x) a garantire sempre la sicurezza dei percorsi pedonali e di quelli carrabili per l'approvvigionamento delle attività produttive e commerciali;
- y) a fare campionature di tutte le lavorazioni che verranno eseguite;
- z) a mantenere ed adeguare anche momentaneamente le condotte degli impianti comunali o dichiarati tali dalla Direzione Lavori;
- aa) a sgomberare completamente il cantiere da materiali, mezzi d'opera e impianti di sua proprietà o di altri, non oltre 15 gg dal verbale di ultimazione dei lavori;
- bb) al risarcimento dei danni di ogni genere ai proprietari i cui immobili fossero in qualche modo danneggiati durante l'esecuzione dei lavori;
- cc) al risarcimento di eventuali danni a cose e/o persone causati durante i lavori considerato quanto già espresso al precedente art. 16;
- dd) al rifacimento/ripristino/sostituzione, a sua cura e spese, di tutto ciò non dichiarato idoneo da parte della D.L. (danni dovuti a negligenze e/o inadempienze, causati a materiali forniti e a lavori compiuti da altre ditte).

PARTE SECONDA - DEFINIZIONE TECNICA DEI LAVORI

I riferimenti alle norme tecniche di cui ai capitoli successivi sono indicative. Resta inteso che in caso di successive modifiche ed integrazioni avranno valore contrattuale le norme più aggiornate.

CAPITOLO 1 - ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE

Art. 19. 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. 20. 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. 21. 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. 22. Impiego di materiali riciclati e di terre e rocce da scavo

22.1 Materiali riciclati

Per l'impiego di materiali riciclati si applicheranno le disposizioni del D.M. 8 maggio 2003, n. 203 – Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo.

22.2 Riutilizzo della terra di scavo

In applicazione dell'art. 185, comma 1, lett. c-bis) del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia certo che il materiale sarà utilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato, non deve essere considerato rifiuto.

22.3 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 quarta del D.Lgs. n. 152/2006;
- le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate, e avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette. In particolare, deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non è contaminato con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonché la compatibilità di detto materiale con il sito di destinazione;
- la certezza del loro integrale utilizzo sia dimostrata.

L'impiego di terre da scavo nei processi industriali come sottoprodotti, in sostituzione dei materiali di cava, è consentito nel rispetto delle seguenti condizioni:

- siano originati da un processo non direttamente destinato alla loro produzione;
- il loro impiego sia certo (sin dalla fase della produzione), integrale, e avvenga direttamente nel corso del processo di produzione o di utilizzazione preventivamente individuato e definito;
- soddisfino requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli autorizzati per l'impianto dove sono destinati ad essere utilizzati;
- non debbano essere sottoposti a trattamenti preventivi o a trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale di cui al punto precedente, ma posseggano tali requisiti sin dalla fase della produzione;
- abbiano un valore economico di mercato.

Ove la produzione di terre e rocce da scavo avvenga nell'ambito della realizzazione di opere o attività sottoposte a valutazione di impatto ambientale o ad autorizzazione ambientale integrata, la sussistenza dei requisiti precedentemente previsti dal presente articolo, nonché i tempi dell'eventuale deposito in attesa di utilizzo, che non possono superare di norma un anno, devono risultare da un apposito progetto approvato dall'autorità titolare del relativo procedimento.

Le terre e le rocce da scavo, qualora non utilizzate nel rispetto delle condizioni di cui al presente articolo, sono sottoposte alle disposizioni in materia di rifiuti di cui alla Parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006.

La caratterizzazione dei siti contaminati e di quelli sottoposti ad interventi di bonifica deve essere effettuata secondo le modalità previste dal Titolo V, Parte quarta, del D.Lgs. n. 152/2006. L'accertamento che le terre e le rocce da scavo non provengano da tali siti deve essere svolto a cura e spese del produttore e accertato dalle autorità competenti nell'ambito delle procedure previste dall'art. 183 del D.Lgs. n. 152/2006.

Art. 23. Norme di riferimento e marcatura CE

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva sui prodotti da costruzione 89/106/CEE (CPD), recepita in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993. Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.

In assenza di nuove e aggiornate norme UNI, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture provverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l' idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

Art. 24. Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

Art. 25. 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. 26. 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. 17 gennaio 2018.

Art. 27. Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati

A richiesta della stazione appaltante, l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati a terzi.

CAPITOLO 2 - MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Art. 28. Materiali e prodotti per uso strutturale

28.1 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. 17 gennaio 2018, 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.

28.2 Procedure e prove sperimentali d'accettazione

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o di qualificazione, che per ciò che riguarda quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori ufficiali depositato presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, ovvero la qualificazione secondo le nuove norme tecniche, la relativa attestazione di conformità deve essere consegnata alla direzione dei lavori.

Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uso 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. 17 gennaio 2018, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.

28.3 Procedure di controllo di produzione in fabbrica

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle nuove norme tecniche approvate dal D.M. 17 gennaio 2018, 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. 29. Componenti del calcestruzzo

29.1 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 maggio 1965, n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di dighe e altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione, devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata **UNI EN 14216**, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un organismo di certificazione europeo notificato.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

29.1.1 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 termoigrometriche.

29.1.2 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:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Tabella 15.1 - Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Classe	Resistenza alla compressione [N/mm ²]			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 15.2 - Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti ¹
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 ₃)	EN 196-2	CEM I CEM II ² CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	≤ 3,5%
			42,5 R 52,5 52,5 R	≤ 4,0%
		CEM III ³	Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi ⁴	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 composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T, che può contenere fino al 4,5% di SO₃, per tutte le classi di resistenza.

³ Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO₃.

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 15.3 - Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5 R	42,5	42,5 R	52,5	42,5 R
Limite inferiore di resistenza [N/mm ²]	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 ₃ (%) Limite superiore	Tipo I Tipo II ¹ 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 ²		0,11					
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					

¹ Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO₃ 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.

Metodi di prova

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:

UNI EN 196-1 – *Metodi di prova dei cementi. Parte 1: Determinazione delle resistenze meccaniche;*

UNI EN 196-2 – *Metodi di prova dei cementi. Parte 2: Analisi chimica dei cementi;*

UNI EN 196-3 – *Metodi di prova dei cementi. Parte 3: Determinazione del tempo di presa e della stabilità;*

UNI ENV SPERIMENTALE 196-4 – *Metodi di prova dei cementi. Parte 4: Determinazione quantitativa dei costituenti;*

UNI EN 196-5 – *Metodi di prova dei cementi. Parte 5: Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;*

UNI EN 196-6 – *Metodi di prova dei cementi. Parte 6: Determinazione della finezza;*

UNI EN 196-7 – *Metodi di prova dei cementi. Parte 7: Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;*

UNI EN 196-8 – *Metodi di prova dei cementi. Parte 8: Calore d'idratazione. Metodo per soluzione;*

UNI EN 196-9 – *Metodi di prova dei cementi. Parte 9: Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico;*

UNI EN 196-10 – *Metodi di prova dei cementi. Parte 10: Determinazione del contenuto di cromo (VI) idrosolubile nel cemento;*

UNI EN 196-21 – *Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento;*

UNI EN 197-1 – *Cemento. Parte 1: Composizione, 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 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.*

29.2 *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 15.4, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata **UNI EN 12620**, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tabella 15.4 - Limiti di impiego degli aggregati grossi provenienti da riciclo

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C 8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55)	≤ C45/55	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 5%

Si potrà fare utile riferimento alle norme **UNI 8520-1** e **UNI 8520-2** al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella 15.4.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature, e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti e deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

29.2.1 *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 15.5.

Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

Tabella 15.5 - Sistema di attestazione della conformità degli aggregati

Specificativa tecnica europea armonizzata di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione della conformità
Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo strutturale	2+

29.2.2 Marcatura CE

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE sono riportati nella tabella 15.6. La produzione dei prodotti deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un organismo notificato.

Tabella 15.6 - Aggregati che devono riportare la marcatura CE

Impiego aggregato	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	UNI EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	UNI EN 13043
Aggregati leggeri. Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/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

29.2.3 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. 17 gennaio 2018, devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella 15.7, insieme ai relativi metodi di prova.

I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle norme europee armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

Tabella 15.7 - Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	UNI EN 933-1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3
Dimensione per il filler	UNI EN 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	UNI EN 933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$)	UNI EN 1097-2

29.2.4 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.

29.2.4.1 *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.

29.2.5 *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 15.7, può fare riferimento anche alle seguenti norme:

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

UNI 8520-2 – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti;*

UNI 8520-7 – *Aggregati per la confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332;*

UNI 8520-8 – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili;*

UNI 8520-13 – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini;*

UNI 8520-16 – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro);*

UNI 8520-17 – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi;*

UNI 8520-20 – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi;*

UNI 8520-21 – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;*

UNI 8520-22 – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;*

UNI EN 1367-2 – *Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;*

UNI EN 1367-4 – *Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccazione;*

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.*

29.2.6 *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 15.7, potrà far riferimento anche alle seguenti norme:

UNI EN 13055-1 – *Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;*

UNI EN 13055-2 – *Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati;*

UNI 11013 – *Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.*

29.3 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.

29.3.1 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 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, specifiche 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 staccatura umida.*

29.3.2 Microsilice

La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di SiO₂ 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.*

29.4 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.

29.4.1 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. 17 gennaio 2018 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**;

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

29.4.2 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. 17 gennaio 2018 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**.

29.4.3 *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 e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018 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.

29.4.4 *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.

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. 17 gennaio 2018 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di essudamento prevista dalla norma **UNI 7122**.

29.4.5 *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. 17 gennaio 2018 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.

29.4.5.1 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.

29.5 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. 17 gennaio 2018 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;

- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 8146 – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;

UNI 8147 – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;

UNI 8148 – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo;

UNI 8149 – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.

29.6 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.

29.7 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.

29.8 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. 17 gennaio 2018.

A discrezione della direzione dei lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

Tabella 15.8 - Acqua di impasto

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati		SO ₄ 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
--------------------------------------	----------------------

29.9 Classi di resistenza del conglomerato cementizio

29.9.1 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 15.9.

Tabella 15.9 - Classi di resistenza

Classi di resistenza
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C32/40
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella tabella 16.10, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Per classi di resistenza superiore a C70/85 si rinvia al paragrafo 15.9.2 di questo capitolato.

Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva, e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

Tabella 15.10 - Impiego delle diverse classi di resistenza

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

29.9.2 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.

Art. 30. Acciaio per cemento armato

30.1 Le forme di controllo obbligatorie

Le nuove norme tecniche per le costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

30.2 La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.

Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per *stabilimento* si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la 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.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

Nella tabella 16.1 si riportano i numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma **UNI EN 10080**¹, caratterizzanti nervature consecutive. Nel caso specifico dell'Italia si hanno quattro nervature consecutive.

Tabella 16.1 - Numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma UNI EN 10080

Paese produttore	Numero di nervature trasversali normali tra l'inizio della marcatura e la nervatura rinforzata successiva
Austria, Germania	1
Belgio, Lussemburgo, Paesi Bassi, Svizzera	2
Francia	3
Italia	4
Irlanda, Islanda, Regno Unito	5
Danimarca, Finlandia, Norvegia, Svezia	6
Portogallo, Spagna	7
Grecia	8
Altri	9

IDENTIFICAZIONE DEL PRODUTTORE

Il criterio di identificazione dell'acciaio prevede che su un lato della barra/rotolo vengano riportati dei simboli che identificano l'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive), l'identificazione del paese produttore e dello stabilimento.

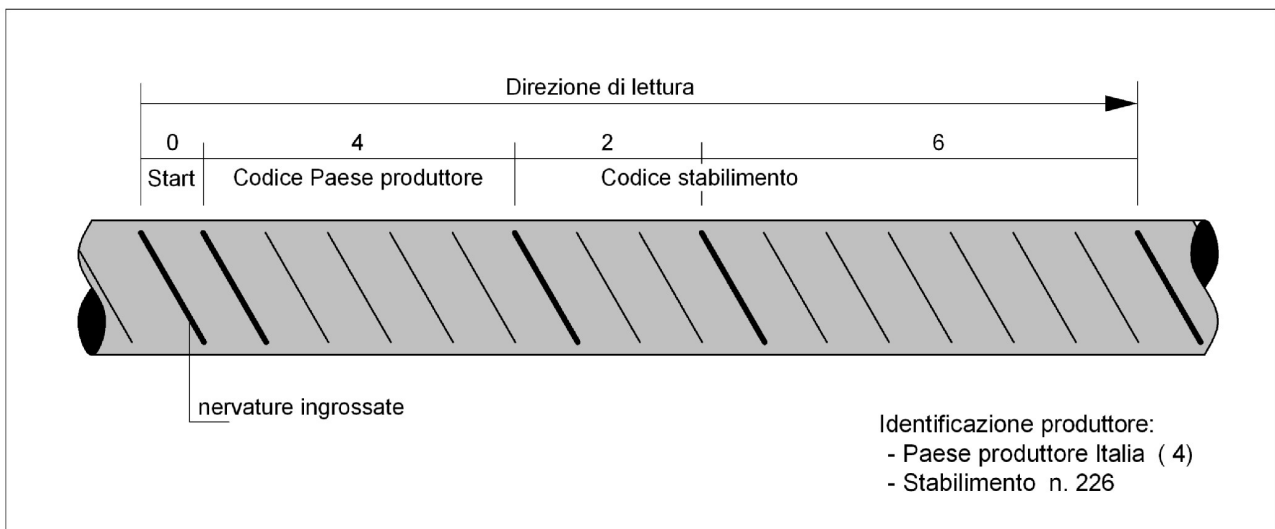


Figura 16.1 - Identificazione del produttore

IDENTIFICAZIONE DELLA CLASSE TECNICA

Sull'altro lato della barra/rotolo, l'identificazione prevede dei simboli che identificano l'inizio della lettura (start: tre nervature ingrossate consecutive) e un numero che identifica la classe tecnica dell'acciaio che deve essere depositata presso il registro europeo dei marchi, da 101 a 999 escludendo i multipli di 10. La figura 16.2 riporta un acciaio di classe tecnica n. 226.

¹ Nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea n. L343 dell'8 dicembre 2006 è stata pubblicata la decisione della Commissione delle Comunità Europee del 5 dicembre 2006 relativa alla cancellazione del riferimento alla norma EN 10080:2005 "Acciaio per cemento armato - Acciaio saldabile - Generalità" conformemente alla direttiva 89/106/CEE del Consiglio.

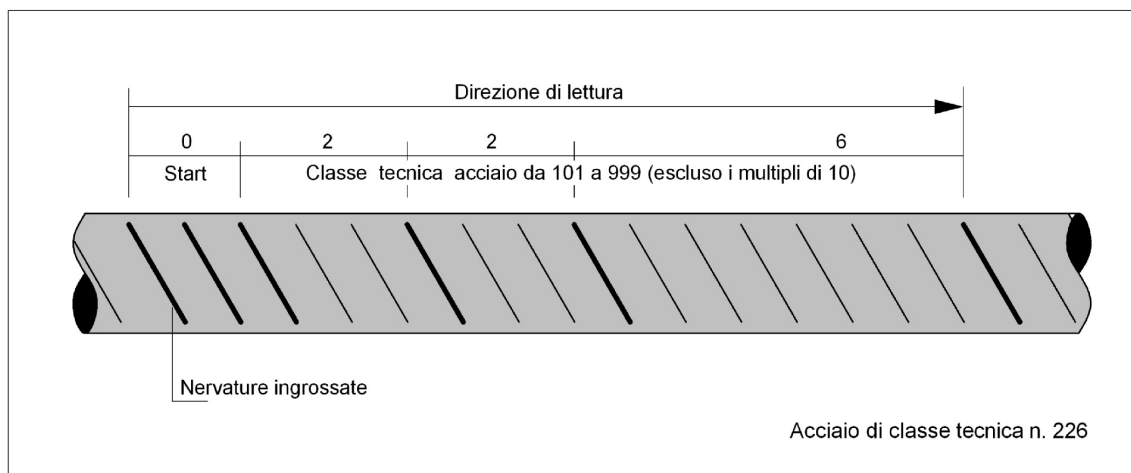


Figura 16.2 - Identificazione della classe tecnica

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio ufficiale non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni, e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

30.2.1 Il caso della unità marcata scorporata. Le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori per le prove di laboratorio

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

30.2.2 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.

30.2.3 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.

30.2.4 Forniture e documentazione di accompagnamento: l'attestato di qualificazione

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (paragrafo 11.3.1.5).

L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

Il direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

30.2.5 Centri di trasformazione

Le nuove norme tecniche (paragrafo 11.3.2.6) definiscono *centro di trasformazione*, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche per le costruzioni.

30.2.5.1 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.

30.2.5.2 Documentazione di accompagnamento e verifiche del direttore dei lavori

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

30.3 I tipi d'acciaio per cemento armato

Le nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme, e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella tabella 16.2.

Tabella 16.2 - Tipi di acciai per cemento armato

Tipi di acciaio per cemento armato previsti dalle norme precedenti	Tipi di acciaio previsti dal D.M. 17 gennaio 2018 (saldabili e ad aderenza migliorata)
FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce) FeB38k e FeB44k (barre tonde nervate)	B450C (6 ≤ Ø ≤ 50 mm) B450A (5 ≤ Ø ≤ 12 mm)

30.3.1 L'acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_{y\ nom}$: 450 N/mm²
- $f_{t\ nom}$: 540 N/mm²

e deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 16.3.

Tabella 16.3 - Acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C

Caratteristiche	Requisiti	Frattile [%]
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $\leq 1,35$	10,0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	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:	-	-
$\square < 12\text{ mm}$	4 \square	-
$12 \leq \square \leq 16\text{ mm}$	5 \square	-
per $16 < \square \leq 25\text{ mm}$	8 \square	-
per $25 < \square \leq 50\text{ mm}$	10 \square	-

30.3.2 L'acciaio per cemento armato B450A

L'acciaio per cemento armato B450A (trafilato a freddo), caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 16.4.

Tabella 16.4 - Acciaio per cemento armato trafilato a freddo B450A

Caratteristiche	Requisiti	Frattile [%]
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10,0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	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:	4 \square	-
$\square < 10\text{ mm}$		

30.3.3 L'accertamento delle proprietà meccaniche

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme (paragrafo 11.3.2.3 nuove norme tecniche):

UNI EN ISO 15630-1 – Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso.

Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;

UNI EN ISO 15630-2 – Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso.

Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a $100 \pm 10^\circ\text{C}$ e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire f_y con $f_{(0,2)}$.

30.3.3.1 La prova di piegamento

La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di $20 + 5^\circ\text{C}$ piegando la provetta a 90° , mantenendola poi per 30 minuti a $100 \pm 10^\circ\text{C}$ e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20° . Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

30.3.3.2 La prova di trazione

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma **UNI EN ISO 15630-1**. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli

eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.

La lunghezza dei campioni delle barre per poter effettuare sia la prova di trazione, sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100 cm (consigliato 150 cm).

Riguardo alla determinazione di A_{gt} , allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione F_m , bisogna considerare che:

- se A_{gt} è misurato usando un estensimetro, A_{gt} deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- se A_{gt} è determinato con il metodo manuale, A_{gt} deve essere calcolato con la seguente formula:

$$A_{gt} = A_g + R_m / 2000$$

dove

- A_g è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo F_m
- R_m è la resistenza a trazione (N/mm²).

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.

30.4 Le caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (paragrafo 11.3.2.4 nuove norme tecniche).

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi, cioè, una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura CE.

Le barre sono caratterizzate dal diametro $\square\square$ della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm³.

I diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A, in barre e in rotoli, sono riportati nelle tabelle 16.5 e 16.6.

Tabella 16.5 - Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in barre

Acciaio in barre	Diametro $\square\square$ [mm]
B450C	$6 \leq \square \leq 40$
B450A	$5 \leq \square \leq 10$

Tabella 16.6 - Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in rotoli

Acciaio in rotoli	Diametro $\square\square$ [mm]
B450C	$6 \leq \square \leq 16$
B450A	$5 \leq \square \leq 10$

30.4.1 La sagomatura e l'impiego

Le nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire (paragrafo 11.3.2.4 nuove norme tecniche):

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per *cantiere* si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno.

Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti delle indicati dalle nuove norme tecniche.

30.4.2 Le reti e i tralicci elettrosaldati

Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati mediante saldature.

Per le reti e i tralicci in acciaio (B450C o B450A), gli elementi base devono avere diametro $\phi_{min} \leq \phi \leq \phi_{max}$ come di riportato nella tabella 16.7.

Tabella 16.7 - Diametro ϕ degli elementi base per le reti e i tralicci in acciaio B450C e B450A

Acciaio tipo	Diametro ϕ degli elementi base
B450C	$6 \text{ mm} \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$
B450A	$5 \text{ mm} \leq \phi \leq 10 \text{ mm}$

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti le reti e i tralicci deve essere: $\phi_{min}/\phi_{max} \geq 0,6$.

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma **UNI EN ISO 15630-2** pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm². 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.

30.4.2.1 La marchiatura di identificazione

Ogni pannello o traliccio deve essere, inoltre, dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

30.5 La saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito, deve soddisfare le limitazioni riportate nella tabella 16.8, dove il calcolo del carbonio equivalente C_{eq} è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

Tabella 16.8 - Massimo contenuto di elementi chimici in percentuale (%)

Elemento	Simbolo	Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equivalente	C_{eq}	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del C_{eq} venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

30.6 Le tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le tolleranze riportate nella tabella 16.9.

Tabella 16.9 - Deviazione ammissibile per la massa nominale

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

30.7 Le procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario, barre e rotoli

30.7.1 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.

30.7.2 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.

30.7.3 Le prove periodiche di verifica della qualità

Ai fini della verifica della qualità, il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando tre serie di cinque campioni, costituite ognuna da cinque barre di uno stesso diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, e provenienti da una stessa colata.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio ufficiale deve effettuare le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e di rottura vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono, quindi, utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo $n = 25$). Se i valori caratteristici riscontrati risultano inferiori ai minimi per gli acciai B450C e B450A, il laboratorio incaricato deve darne comunicazione al servizio tecnico centrale e ripetere le prove di qualificazione solo dopo che il produttore ha eliminato le cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità per gli acciai B450C e B450A, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi deve essere ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione.

Le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura.

Tabella 16.10 - Verifica di qualità per ciascuno dei gruppi di diametri

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

Tabella 16.11 - Verifica di qualità non per gruppi di diametri

Intervallo di prelievo	Prelievo	Provenienza
≤ 1 mese	15 saggi prelevati da 3 diverse colate: - 5 saggi per colata o lotto di produzione indipendentemente dal diametro	Stessa colata o lotto di produzione

30.7.4 La verifica delle tolleranze dimensionali per colata o lotto di produzione

Ai fini del controllo di qualità, le tolleranze dimensionali di cui alla tabella 16.9 devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Qualora la tolleranza sulla sezione superi il $\pm 2\%$, il rapporto di prova di verifica deve riportare i diametri medi effettivi.

30.7.5 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 tralacci 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.

30.7.6 I controlli nei centri di trasformazione

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati:

- in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura, o comunque ogni 90 t;
- in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Ciascun controllo deve essere costituito da tre spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.

I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento.

In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla norma **UNI EN ISO 15630-1**.

Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare ad esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto.

Le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali prove.

Il direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

30.7.7 I controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella 16.12. Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e di prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio ufficiale.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui dieci ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico, e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo, secondo quanto sopra riportato. In caso contrario, il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al servizio tecnico centrale.

Tabella 16.12 - Valori di resistenza e di allungamento accettabili

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	(450 – 25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450 · (1,25 + 0,02)] N/mm ²
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
---------------------------	--------------------	-----------

30.7.8 Il prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati, provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche, e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Art. 31. Acciaio per cemento armato precompresso

31.1 Generalità

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure previste dalle norme tecniche per le costruzioni.

31.2 Le caratteristiche dimensionali

L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito secondo le forme indicate qui di seguito:

- filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;
- barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei;
- treccia: due o tre fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale. Il passo e il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili della treccia;
- trefolo: fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali. Il passo e il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato.

I fili possono essere tondi o di altre forme, e vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. Non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pretese.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, o con risalti, e vengono individuate mediante il diametro nominale.

I prodotti devono essere dotati di marcatura generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle legature.

Le forniture devono essere accompagnate dalla prescritta documentazione.

Gli acciai per armature da precompressione possono essere forniti in:

- rotoli (fili, trecce, trefoli);
- bobine (trefoli);
- fasci (barre).

I fili devono essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm. Il produttore deve indicare il diametro minimo di avvolgimento.

Ciascun rotolo di filo liscio, ondulato o con impronte, deve essere esente da saldature.

Sono ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; per i trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura, purché tali saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.

All'atto della posa in opera, gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe.

È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

31.3 I controlli

Le nuove norme tecniche per l'acciaio per cemento armato precompresso prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- controlli in stabilimento;
- controlli negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei cavi;
- accettazione in cantiere.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione (massimo 120 t).

I controlli eseguiti negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei cavi si riferiscono a forniture (massimo 90 t).

L'accettazione eseguita in cantiere si riferisce a lotti di spedizione (massimo 30 t).

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione;
- forniture;
- lotti di spedizione.

I lotti di produzione si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito, della bobina di trefolo e del fascio di barre). Un lotto di produzione deve avere grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) ed essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

Le forniture sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

I lotti di spedizione, infine, sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

I controlli in cantiere possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da uno stabilimento di prefabbricazione o da un luogo di formazione dei cavi nel quale sono stati effettuati i controlli di cui al punto precedente.

In quest'ultimo caso, la fornitura del materiale deve essere accompagnata da idonea documentazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra con l'indicazione del cantiere di destinazione.

Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli eventuali controlli ritenuti opportuni.

31.4 Le prescrizioni comuni. Le modalità di prelievo

I saggi sugli acciai da cemento armato precompresso destinati ai controlli:

- non devono essere avvolti con diametro inferiore a quello della bobina o del rotolo di provenienza;
- devono essere prelevati con le lunghezze richieste dal laboratorio incaricato delle prove e in numero sufficiente per eseguire eventuali prove di controllo successive;
- devono essere adeguatamente protetti nel trasporto.

31.5 I controlli nei centri di trasformazione

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del direttore tecnico dello stabilimento. I controlli devono essere eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Effettuato un prelievo di tre saggi provenienti da una stessa fornitura, intesa come lotto formato da 90 t al massimo, e appartenenti ad una stessa categoria, si determinano, mediante prove eseguite presso un laboratorio ufficiale, i corrispondenti valori minimi di f_{pt} , f_{py} , $f_{p(1)}$, $f_{p(0,1)}$.

I risultati delle prove sono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se nessuno dei valori minimi sopra indicati è inferiore ai corrispondenti valori caratteristici garantiti dal produttore.

Nel caso in cui anche uno solo dei valori minimi suddetti non rispetti la corrispondente condizione, verranno eseguite prove supplementari soggette a valutazioni statistiche, come di seguito indicato. Il campione da sottoporre a prove supplementari è costituito da almeno dieci saggi prelevati da altrettanti rotoli, bobine o fasci. Se il numero dei rotoli, bobine o fasci costituenti il lotto è inferiore a dieci, da alcuni rotoli o bobine verranno prelevati due saggi, uno da ciascuna estremità. Per le barre vengono prelevati due saggi da due barre diverse dello stesso fascio.

Ogni saggio deve recare contrassegni atti ad individuare il lotto e il rotolo, la bobina o il fascio di provenienza.

Effettuato il prelievo supplementare si determinano, mediante prove effettuate presso un laboratorio ufficiale, i corrispondenti valori medi g_{mn} e le deviazioni standard s_n di f_{pt} , f_{py} , $f_{p(1)}$, $f_{p(0,1)}$.

I risultati delle prove vengono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se:

- per le tensioni di rottura f_{pt} :

$$\begin{aligned} g_{mn} &\geq 1,03 f_{ptk} \\ s_n &\leq 0,05 f_{ptk} \end{aligned}$$

- per le grandezze f_{pt} , $f_{p(1)}$, $f_{p(0,1)}$:

$$\begin{aligned} g_{mn} &\geq 1,04 (f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(0,1)k}) \\ s_n &\leq 0,07 (f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(0,1)k}) \end{aligned}$$

- i valori del modulo di elasticità longitudinale E_p sono conformi al valore garantito dal produttore, con una tolleranza del $\pm 5\%$.

Se tali disuguaglianze non sono verificate, o se non sono rispettate le prescrizioni riguardanti le proprietà e le tolleranze, si ripeteranno le prove su altri dieci saggi, previo avviso al produttore.

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al produttore, che è tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione.

In tal caso, il direttore tecnico del centro di trasformazione deve comunicare il risultato anomalo sia al laboratorio incaricato del controllo che al servizio tecnico centrale.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore tecnico del centro di trasformazione 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 dai laboratori, è fatta eccezione per il marchio di qualificazione, normalmente non presente sugli acciai da cemento armato precompresso, per il quale si potrà fare riferimento ad eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati del richiedente.

Il direttore tecnico del centro di trasformazione 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 centro di trasformazione devono essere accompagnate dalla documentazione prevista.

31.6 I controlli di accettazione in cantiere e gli obblighi del direttore dei lavori

I controlli in cantiere, demandati al direttore dei lavori, sono obbligatori, e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni di cui al precedente paragrafo, con l'avvertenza che il prelievo preliminare dei tre saggi deve essere effettuato per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura di cavi preformati provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, esaminata preliminarmente la documentazione attestante il possesso di tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche, che il suddetto centro di trasformazione è tenuto a trasmettergli, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli previsti. 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.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni di cui al precedente paragrafo.

Art. 32. Acciaio per strutture metalliche

32.1 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 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 $f_y = R_{eH}$ e $f_t = R_m$, 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 10002-1** 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 18.1 e 18.2.

Tabella 18.1 - Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		40 mm $< t \leq 80$ mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
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
UNI EN 10025-4				
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
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tabella 18.2 - Laminati a caldo con profili a sezione cava

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

32.2 L'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 simile.

32.3 L'acciaio per strutture saldate

32.3.1 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.

32.3.2 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.

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 18.3.

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

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	
Riferimento	A	B	C	D
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 ¹
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

¹ Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.

32.4 I bulloni e i chiodi

32.4.1 I 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 controdadi.

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 18.4 e 18.5.

Tabella 18.4 - Classi di appartenenza di viti e dadi

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

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella 18.4 sono riportate nella tabella 18.5.

Tabella 18.5 - 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 ²)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

32.4.2 I bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella 18.6 (viti e dadi), e devono essere associati come indicato nelle tabelle 18.4 e 18.5.

Tabella 18.6 - 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.

32.4.3 I chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma **UNI 7356**.

Le unioni con i chiodi sono rare perché di difficile esecuzione (foratura del pezzo, montaggio di bulloni provvisori, riscaldamento dei chiodi e successivo alloggiamento e ribaditura), a differenza delle unioni con bulloni più facili e veloci da eseguire. Tuttavia, non è escluso che le chiodature possano essere impiegate in particolari condizioni, come ad esempio negli interventi di restauro di strutture metalliche del passato.

32.4.4 I 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) ≥ 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 $\leq 0,05\%$.

32.5 L'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 $f_y = R_{eH}$ e $f_t = R_m$ 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.

32.6 Le 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.

32.7 Le procedure di controllo su acciai da carpenteria

32.7.11 controlli in stabilimento di produzione

32.7.1.1 La 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.

32.7.1.2 Le prove di qualificazione

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 ≥ 2000 t oppure ad un numero di colate o di lotti ≥ 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.

32.7.1.3 Il 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 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.

32.7.1.4 La 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.

32.7.1.5 *I 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 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.

32.7.2 *I controlli nei centri di trasformazione*

32.7.2.1 *I centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo. Le verifiche del direttore dei lavori*

Si definiscono *centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate* tutti quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiere in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiere 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 18.1 e 18.2, 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 lamiere grecate devono rispettare le seguenti prescrizioni. Per le lamiere 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.

32.7.2.2 *I centri di prelaborazione di componenti strutturali*

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

32.7.2.3 *Le officine per la produzione di carpenterie metalliche. Le 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.

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 nuove norme tecniche, ove applicabili.

32.7.2.4 Le officine per la produzione di bulloni e di chiodi. Le verifiche del direttore dei lavori

I produttori di bulloni e chiodi 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 o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi 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 o chiodi 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.

32.7.3 I 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 valide 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, 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.

32.8 Norme di riferimento

32.8.1 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.*

32.8.2 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.*

32.8.3 *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;*

32.8.4 *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;*

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.*

Art. 33. Elementi costruttivi prefabbricati

33.1 *Generalità*

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

In particolare, deve essere presente e operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del conglomerato cementizio, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito.

Gli elementi costruttivi di produzione occasionale devono essere comunque realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, secondo quanto indicato nel presente articolo.

33.2 *Requisiti minimi degli stabilimenti e degli impianti di produzione*

Il processo di produzione degli elementi costruttivi prefabbricati, oggetto delle norme tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 17 gennaio 2018, deve essere caratterizzato almeno da:

- impianti in cui le materie costituenti siano conservate in sili, tramogge e contenitori che ne evitino ogni possibilità di confusione, dispersione o travaso;
- dosaggio a peso dei componenti solidi e dosaggio a volume, o a peso, dei soli componenti liquidi, mediante utilizzo di strumenti rispondenti alla normativa vigente;
- organizzazione mediante una sequenza completa di operazioni essenziali in termini di produzione e controllo;
- organizzazione di un sistema permanente di controllo documentato della produzione;
- rispetto delle norme di protezione dei lavoratori e dell'ambiente.

33.3 *Controllo di produzione*

Gli impianti per la produzione del calcestruzzo destinato alla realizzazione di elementi costruttivi prefabbricati, disciplinati dalle norme tecniche per le costruzioni, devono essere idonei ad una produzione continua, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Il produttore di elementi prefabbricati deve dotarsi di un sistema di controllo della produzione, allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN ISO 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la norma **UNI CEI EN ISO/TEC 17021**.

Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee o internazionali applicabili.

33.3.1 *Controllo sui materiali per elementi di serie*

I controlli sui materiali dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni di legge vigenti.

Per il calcestruzzo impiegato con fini strutturali nei centri di produzione dei componenti prefabbricati di serie, il direttore tecnico di stabilimento dovrà effettuare il controllo continuo del conglomerato secondo le prescrizioni contenute nelle norme tecniche per le costruzioni, operando con attrezzature tarate annualmente da uno dei laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Il tecnico suddetto provvederà alla trascrizione giornaliera dei risultati su appositi registri di produzione con data certa, da conservare per dieci anni da parte del produttore.

Detti registri devono essere disponibili per i competenti organi del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (servizio tecnico centrale), per i direttori dei lavori e per tutti gli aventi causa nella costruzione.

Le prove di stabilimento dovranno essere eseguite a 28 giorni di stagionatura e ai tempi significativi nelle varie fasi del ciclo tecnologico, secondo le modalità delle norme vigenti e su provini maturati in condizioni termoigrometriche di stagionatura conformi a quelle dei manufatti prefabbricati prodotti.

La resistenza caratteristica dovrà essere determinata secondo il metodo di controllo di tipo B, e immediatamente registrata.

Inoltre, dovranno eseguirsi controlli del calcestruzzo a 28 giorni di stagionatura, presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, per non meno di un prelievo ogni cinque giorni di produzione effettiva per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo. Tali risultati dovranno soddisfare il controllo di tipo A, operando su tre prelievi consecutivi, indipendentemente dal quantitativo di calcestruzzo prodotto.

Sarà cura del direttore tecnico dello stabilimento annotare sullo stesso registro i risultati delle prove di stabilimento e quelli del laboratorio esterno.

Infine, il tecnico abilitato dovrà predisporre periodicamente, almeno su base annua, una verifica della conformità statistica dei risultati dei controlli interni e di quelli effettuati da laboratorio esterno, tra loro e con le prescrizioni contenute nelle vigenti norme tecniche per le costruzioni.

33.3.2 *Controllo di produzione di serie controllata*

Per le produzioni per le quali è prevista la serie controllata, è richiesto il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione da parte del servizio tecnico centrale, secondo le procedure della qualificazione della produzione controllata.

33.3.3 *Prove di tipo iniziali per elementi di serie controllata*

La produzione in serie controllata di componenti strutturali deve essere preceduta da verifiche sperimentali su prototipi eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, appositamente incaricato dal produttore.

33.3.4 *Marcatura*

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie deve essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa, indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e dello stabilimento di produzione, nonché individuare la serie di origine dell'elemento. Inoltre, per manufatti di peso superiore a 8 kN, dovrà essere indicato in modo visibile, per lo meno fino all'eventuale getto di completamento, anche il peso dell'elemento.

33.4 *Procedure di qualificazione*

La valutazione dell'idoneità del processo produttivo e del controllo di produzione in stabilimento, nonché della conformità del prodotto finito, è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

I produttori di elementi prefabbricati di serie devono procedere alla qualificazione dello stabilimento e degli elementi costruttivi prodotti trasmettendo, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001, idonea documentazione al servizio tecnico centrale della presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il servizio tecnico centrale ha facoltà, anche attraverso sopralluoghi, di accertare la validità e la rispondenza della documentazione, come pure il rispetto delle prescrizioni contenute nelle norme tecniche per le costruzioni.

33.4.1 *Qualificazione dello stabilimento*

Il riconoscimento dello stabilimento è il presupposto per ogni successivo riconoscimento di tipologie produttive.

La qualificazione del sistema organizzativo dello stabilimento e del processo produttivo deve essere dimostrata attraverso la presentazione di idonea documentazione, relativa alla struttura organizzativa della produzione e al sistema di controllo in stabilimento.

Nel caso in cui gli elementi costruttivi siano prodotti in più stabilimenti, la qualificazione deve essere riferita a ciascun centro di produzione.

33.4.2 *Qualificazione della produzione in serie dichiarata*

Tutte le ditte che procedono in stabilimento alla costruzione di manufatti prefabbricati in serie dichiarata, prima dell'inizio di una nuova produzione devono presentare apposita domanda al servizio tecnico centrale della presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Tale domanda deve essere corredata da idonea documentazione, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001 e di quanto indicato per la qualificazione dello stabilimento.

Sulla base della documentazione tecnica presentata, il servizio tecnico centrale rilascerà apposito attestato di qualificazione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.

L'attestato è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati relativi all'attività svolta e ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

33.4.3 *Qualificazione della produzione in serie controllata*

Oltre a quanto specificato per la produzione in serie dichiarata, la documentazione necessaria per la qualificazione della produzione in serie controllata dovrà comprendere la documentazione relativa alle prove a rottura su prototipo e una relazione interpretativa dei risultati delle prove stesse. Sulla base della documentazione tecnica presentata, il servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, rilascerà apposita autorizzazione alla produzione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.

L'autorizzazione è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati, relativi all'attività svolta e ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

33.4.4 *Sospensioni e revoche*

È prevista la sospensione o, nei casi più gravi o di recidiva, la revoca degli attestati di qualificazione in serie dichiarata o controllata, ove il servizio tecnico centrale accerti, in qualsiasi momento, difformità tra i documenti depositati e la produzione effettiva, ovvero la mancata ottemperanza alle prescrizioni contenute nella vigente normativa tecnica.

I provvedimenti di sospensione e di revoca vengono adottati dal servizio tecnico centrale, sentito il parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, e sono atti definitivi.

33.5 *Documenti di accompagnamento della fornitura. Verifiche del direttore dei lavori*

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata da una specifica documentazione, la cui conservazione è a cura del direttore dei lavori dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti. Tale documentazione comprende:

– apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001.

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera;

- apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;

- le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti.

– elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti, che dovranno essere consegnati dal direttore dei lavori al committente, a conclusione dell'opera;

– certificato di origine firmato dal direttore tecnico responsabile della produzione e dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il servizio tecnico centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato di qualificazione, nonché il nominativo del progettista;

– attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e copia della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;

– documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio ufficiale incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001.

Il direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie che non siano accompagnati da tutti i documenti predetti.

Inoltre, prima di procedere all'accettazione dei manufatti stessi, il direttore dei lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati con la marcatura prevista.

Il produttore di elementi prefabbricati deve, altresì, fornire al direttore dei lavori gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal progettista e dal direttore tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- destinazione del prodotto;

- requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;

- prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;

- prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;

- tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

33.6 *Norme complementari relative alle strutture prefabbricate*

Per *manufatti o elementi prefabbricati di serie* devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

Per *manufatti di produzione occasionale* si intendono i componenti prodotti senza il presupposto della ripetitività tipologica.

Il componente deve garantire i livelli di sicurezza e di prestazione sia come componente singolo, nelle fasi transitorie di sformatura, movimentazione, stoccaggio, trasporto e montaggio, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale una volta installato in opera.

33.6.1 *Prodotti prefabbricati non soggetti a marcatura CE*

Per gli elementi strutturali prefabbricati, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una specifica tecnica elaborata ai sensi della direttiva 89/106/CEE (marcatura CE) e i cui riferimenti sono pubblicati sulla GUUE, sono previste due categorie di produzione:

- serie dichiarata;
- serie controllata.

I componenti per i quali non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, devono essere realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, e i produttori di componenti occasionali – in serie dichiarata e in serie controllata – devono, altresì, provvedere alla preventiva qualificazione del sistema di produzione, con le modalità indicate nelle nuove norme tecniche per le costruzioni.

33.6.2 *Prodotti prefabbricati in serie*

Rientrano tra i prodotti prefabbricati in serie:

- i componenti di serie per i quali è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086;
- i componenti per i quali è stata rilasciata la certificazione di idoneità ai sensi degli artt. 1 e 7 della legge 2 febbraio 74, n. 64;
- ogni altro componente prodotto in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

33.6.2.1 *Prodotti prefabbricati in serie dichiarata*

Rientrano in serie dichiarata i componenti di serie che, pur appartenendo ad una tipologia predefinita, vengono progettati di volta in volta su commessa per dimensioni e armature (serie tipologica).

Per le tipologie predefinite il produttore dovrà provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione di cui al paragrafo 11.8 delle nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto tipo presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle Infrastrutture.

Per ogni singolo impiego delle serie tipologiche, la specifica documentazione tecnica dei componenti prodotti in serie dovrà essere allegata alla documentazione progettuale depositata presso l'ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia.

Rientrano, altresì, in serie dichiarata i componenti di serie costituiti da un tipo compiutamente determinato, predefinito in dimensioni e armature sulla base di un progetto depositato (serie ripetitiva).

Per ogni tipo di componente, o per ogni famiglia omogenea di tipi, il produttore dovrà provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione secondo le nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto specifico presso il servizio tecnico centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Per ogni singolo impiego delle serie ripetitive, sarà sufficiente allegare alla documentazione progettuale depositata presso l'ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia, gli estremi del deposito presso il servizio tecnico centrale.

33.6.2.2 *Prodotti prefabbricati in serie controllata*

Per *serie controllata* si intende la produzione di serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per la serie dichiarata, sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo permanente della produzione.

Devono essere prodotti in serie controllata:

- i componenti costituiti da assetti strutturali non consueti;
- i componenti realizzati con l'impiego di calcestruzzi speciali o di classe > C 45/55;

- i componenti armati o precompressi con spessori, anche locali, inferiori a 40 mm;
- i componenti il cui progetto sia redatto su modelli di calcolo non previsti dalle norme tecniche per le costruzioni.

Per i componenti ricadenti in uno dei casi sopra elencati, è obbligatorio il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione, secondo le procedure delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

33.6.2.3 *Responsabilità e competenze*

Il progettista e il direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e della sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a piè d'opera.

È responsabilità del progettista e del direttore dei lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

I componenti prodotti negli stabilimenti permanenti devono essere realizzati sotto la responsabilità di un direttore tecnico dello stabilimento, dotato di adeguata abilitazione professionale, che assume le responsabilità proprie del direttore dei lavori.

I componenti di produzione occasionale devono, inoltre, essere realizzati sotto la vigilanza del direttore dei lavori dell'opera di destinazione.

I funzionari del servizio tecnico centrale potranno accedere anche senza preavviso agli stabilimenti di produzione dei componenti prefabbricati per l'accertamento del rispetto delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

33.6.2.4 *Prove su componenti*

Per verificare le prestazioni di un nuovo prodotto o di una nuova tecnologia produttiva e accertare l'affidabilità dei modelli di calcolo impiegati nelle verifiche di resistenza, prima di dare inizio alla produzione corrente è necessario eseguire delle prove di carico su un adeguato numero di prototipi al vero, portati fino a rottura.

Tali prove sono obbligatorie, in aggiunta alle prove correnti sui materiali di cui al CAPITOLO 10 delle nuove norme tecniche per le costruzioni, per le produzioni in serie controllata.

33.6.2.5 *Norme complementari*

Le verifiche del componente devono essere fatte con riferimento al livello di maturazione e di resistenza raggiunto, controllato mediante prove sui materiali di cui al CAPITOLO 10 delle nuove norme tecniche per le costruzioni ed eventuali prove su prototipo prima della movimentazione del componente e del cemento statico dello stesso.

I dispositivi di sollevamento e movimentazione devono essere esplicitamente previsti nel progetto del componente strutturale e realizzati con materiali appropriati e dimensionati per le sollecitazioni previste.

Il copriferro degli elementi prefabbricati deve rispettare le regole generali dell'art. 60 del presente capitolato speciale.

33.6.2.5.1 *Appoggi*

Per i componenti appoggiati in via definitiva, particolare attenzione va posta alla posizione e dimensione dell'apparecchio d'appoggio, sia rispetto alla geometria dell'elemento di sostegno, sia rispetto alla sezione terminale dell'elemento portato, tenendo nel dovuto conto le tolleranze dimensionali e di montaggio e le deformazioni per fenomeni reologici e/o termici.

I vincoli provvisori o definitivi devono essere, se necessario, validati attraverso prove sperimentali.

Gli appoggi scorrevoli devono consentire gli spostamenti relativi previsti senza perdita della capacità portante.

33.6.2.5.2 *Realizzazione delle unioni*

Le unioni devono avere resistenza e deformabilità coerenti con le ipotesi progettuali.

33.6.2.5.3 Tolleranze

Le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente sono quelle indicate dal produttore. Il componente che non rispetta tali tolleranze deve essere giudicato non conforme e, quindi, potrà essere consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte del direttore dei lavori.

Il montaggio dei componenti e il completamento dell'opera devono essere conformi alle previsioni di progetto esecutivo. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere analizzate dal direttore dei lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

Art. 34. Elementi per solai misti in cemento armato

34.1 Generalità

Si definiscono *solai* le strutture bidimensionali piane caricate ortogonalmente al proprio piano, con prevalente comportamento monodirezionale.

34.2 Solai misti di cemento armato e cemento armato precompresso e blocchi forati in laterizio

Nei solai misti in conglomerato cementizio armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio, i laterizi in blocchi hanno funzione di alleggerimento e di aumento della rigidezza flessionale del solaio.

Per i solai misti in cemento armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio si possono distinguere le seguenti categorie di blocchi:

- blocchi non collaboranti aventi prevalente funzione di alleggerimento. In unione con il calcestruzzo di completamento le pareti laterali dei blocchi e la parete orizzontale superiore possono, se è garantita una perfetta aderenza con il calcestruzzo, partecipare rispettivamente alla resistenza alle forze di taglio e all'aumento della rigidezza flessionale;
- blocchi collaboranti aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato. Essi partecipano alla definizione della sezione resistente ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio e ultimi, nonché alla definizione delle deformazioni.

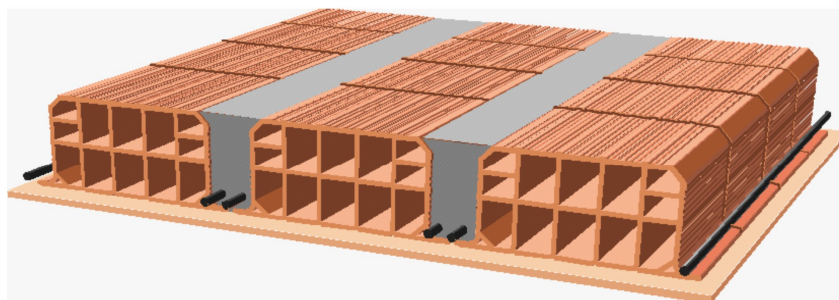


Figura 22.1 - Esempio di solaio in cemento armato gettato in opera²

² fonte: Laterificio Pugliese s.p.a.

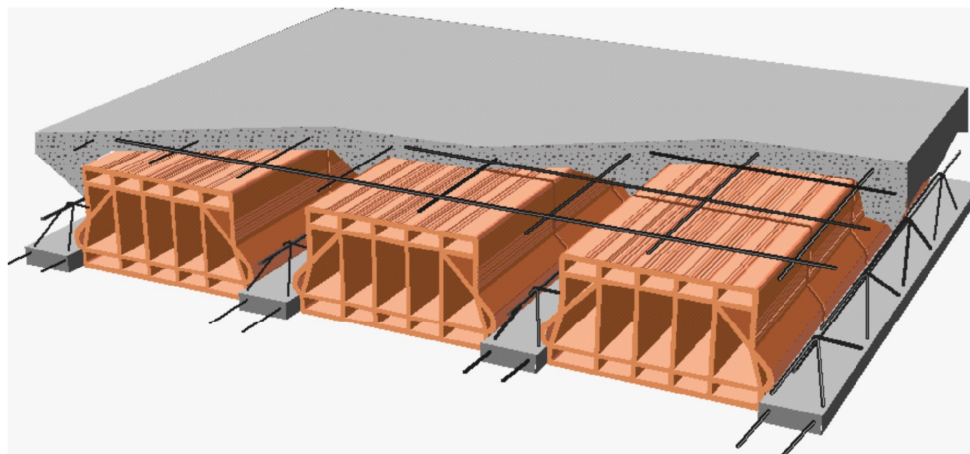


Figura 22.2 - Esempio di solaio in cemento armato a travetti tralicciati e blocchi interposti³

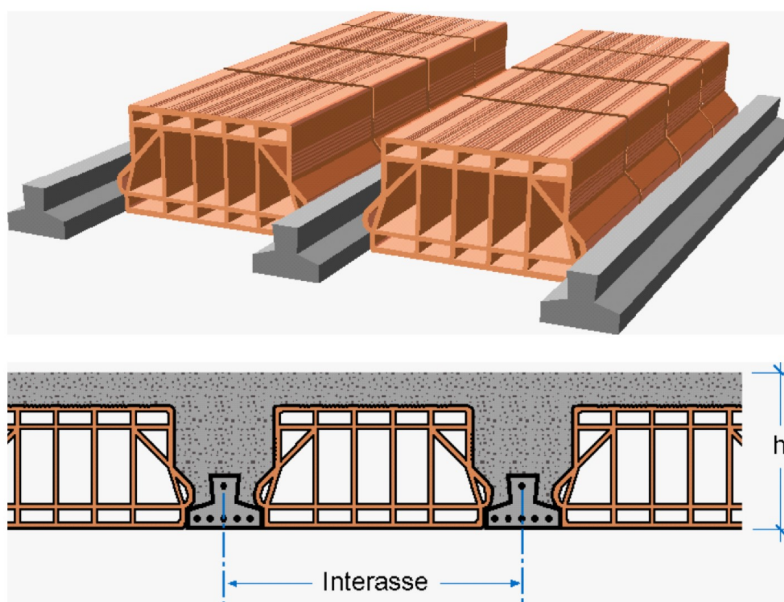


Figura 22.3 - Esempio di solaio in cemento armato a travetti in cemento armato e blocchi interposti⁴

34.2.1 Caratteristiche minime dei blocchi forati di laterizio

I blocchi forati di laterizio, sia collaboranti che non collaboranti, devono possedere determinate caratteristiche minime.

Il profilo delle pareti delimitanti le nervature di conglomerato da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso del calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse sotto i limiti minimi stabiliti. Nel caso si richieda ai blocchi il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono impiegare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei allineati, per lo più continui, particolarmente nella direzione orizzontale, con rapporto spessore/lunghezza il più possibile uniforme. Speciale cura deve essere rivolta al controllo della integrità dei blocchi, con particolare riferimento all'eventuale presenza di fessurazioni.

Le pareti esterne, sia orizzontali che verticali, devono avere uno spessore minimo di 8 mm. Le pareti interne sia orizzontali che verticali, invece, devono avere uno spessore minimo di 7 mm. Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze,

³ fonte: Laterificio Pugliese s.p.a.

⁴ fonte: Laterificio Pugliese s.p.a.

maggiore di 3 mm. Il rapporto tra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione dei blocchi non deve risultare superiore a $0,6 + 0,625 \cdot h$ (dove h è l'altezza del blocco in cm, $h \leq 32$ cm).



Figura 22.4 - Esempio di blocco per solaio a travetti⁵



Figura 22.5 - Esempio di blocco per solaio gettato in opera⁶

34.2.2 Limiti d'accettazione dei blocchi di laterizio

Ogni fornitura di elementi in laterizio per solai deve essere accompagnata da una dichiarazione di conformità attestante la rispondenza della fornitura ai limiti d'accettazione (fessure, scagliature, incisioni, ecc.) stabiliti dalla tabella A della norma UNI 9730-2.

I difetti visibili come le protuberanze, le scagliature, le incisioni o le sbavature sono ammessi dalla norma UNI 9730-2, a condizione che non influiscano sulle caratteristiche meccaniche. In caso contrario deve essere eseguita la prova a punzonamento o di resistenza a compressione nella direzione dei fori.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9730-1 – *Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione.*

UNI 9730-2 – *Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione;*

UNI 9730-3 – *Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.*

34.2.3 Caratteristiche fisico-meccaniche

I blocchi di entrambe le categorie (collaboranti e non collaboranti) devono garantire una resistenza a punzonamento o punzonamento-flessione (nel caso in cui siano del tipo interposto) per carico

⁵ <http://www.wienerberger.it>.

⁶ <http://www.wienerberger.it>.

concentrato non minore di 1,50 kN. Il carico deve essere applicato su un'impronta quadrata di 50 mm di lato nel punto della superficie orizzontale superiore a cui corrisponde minore resistenza del blocco.

Per i blocchi collaboranti (categoria B), la resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, deve risultare non minore di 30 N/mm², nella direzione dei fori, e di 15 N/mm² nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio. La resistenza caratteristica a trazione per flessione, determinata su campioni ricavati dai blocchi mediante opportuno taglio di listelli di dimensioni minime di 30 mm · 120 mm · spessore, deve essere non minore di 10 N/mm².

Per i blocchi non collaboranti (categoria A), la resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, deve risultare non minore di 15 N/mm², nella direzione dei fori, e di 7 N/mm² nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio. La resistenza caratteristica a trazione per flessione, determinata su campioni ricavati dai blocchi mediante opportuno taglio di listelli di dimensioni minime di 30 mm · 120 mm · spessore, deve essere non minore di 7 N/mm².

Il modulo elastico del laterizio non deve essere superiore a 25 kN/mm².

Il coefficiente di dilatazione termica lineare del laterizio deve essere $\alpha_t \geq 6 - 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Il valore della dilatazione per umidità misurata secondo quanto stabilito nel CAPITOLO 10 delle norme tecniche per le costruzioni, deve essere minore di $4 - 10^{-4}$.

34.3 Solai misti di calcestruzzo armato, calcestruzzo armato precompresso e blocchi diversi dal laterizio

Possono utilizzarsi per realizzare i solai misti di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso anche blocchi diversi dal laterizio, con sola funzione di alleggerimento.

I blocchi in calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, polistirolo, materie plastiche, elementi organici mineralizzati, ecc., devono essere dimensionalmente stabili e non fragili, e capaci di seguire le deformazioni del solaio.

34.4 Solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso

I componenti dei solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso devono rispettare le norme di cui al paragrafo 4.1 delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

I componenti devono essere provvisti di opportuni dispositivi e magisteri che assicurino la congruenza delle deformazioni tra i componenti stessi accostati, sia per i carichi ripartiti che per quelli concentrati. In assenza di soletta collaborante armata o in difformità rispetto alle prescrizioni delle specifiche norme tecniche europee, l'efficacia di tali dispositivi deve essere certificata mediante prove sperimentali.

Quando si voglia realizzare una redistribuzione trasversale dei carichi, è necessario che il solaio così composto abbia dei componenti strutturali ortogonali alla direzione dell'elemento resistente principale.

Qualora il componente venga integrato da un getto di completamento all'estradosso, questo deve avere uno spessore non inferiore a 40 mm ed essere dotato di una armatura di ripartizione a maglia incrociata, e bisogna verificare la trasmissione delle azioni di taglio fra elementi prefabbricati e getto di completamento, tenuto conto degli stati di coazione che si creano per le diverse caratteristiche reologiche dei calcestruzzi, del componente e dei getti di completamento.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 13224 – *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Elementi nervati per solai;*

UNI EN 13747 – *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Lastre per solai;*

UNI EN 15037-1 – *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Solai a travetti e blocchi. Parte 1: Travetti.*

34.5 Lo stoccaggio dei travetti

Il sollevamento dei travetti deve avvenire con cavi di acciaio o dispositivi a bilancia, provvisti di ganci di sicurezza, in grado di sopportare le sollecitazioni indotte dal peso dei manufatti, nel rispetto del PSC e/o del POS.

Lo stoccaggio dei travetti deve essere eseguito disponendoli in cataste costituite da strati successivi poggianti su listelli di legno collocati sulla stessa verticale e in corrispondenza del vertice delle staffe del traliccio. Il piano di posa delle cataste deve essere ben livellato e compattato.

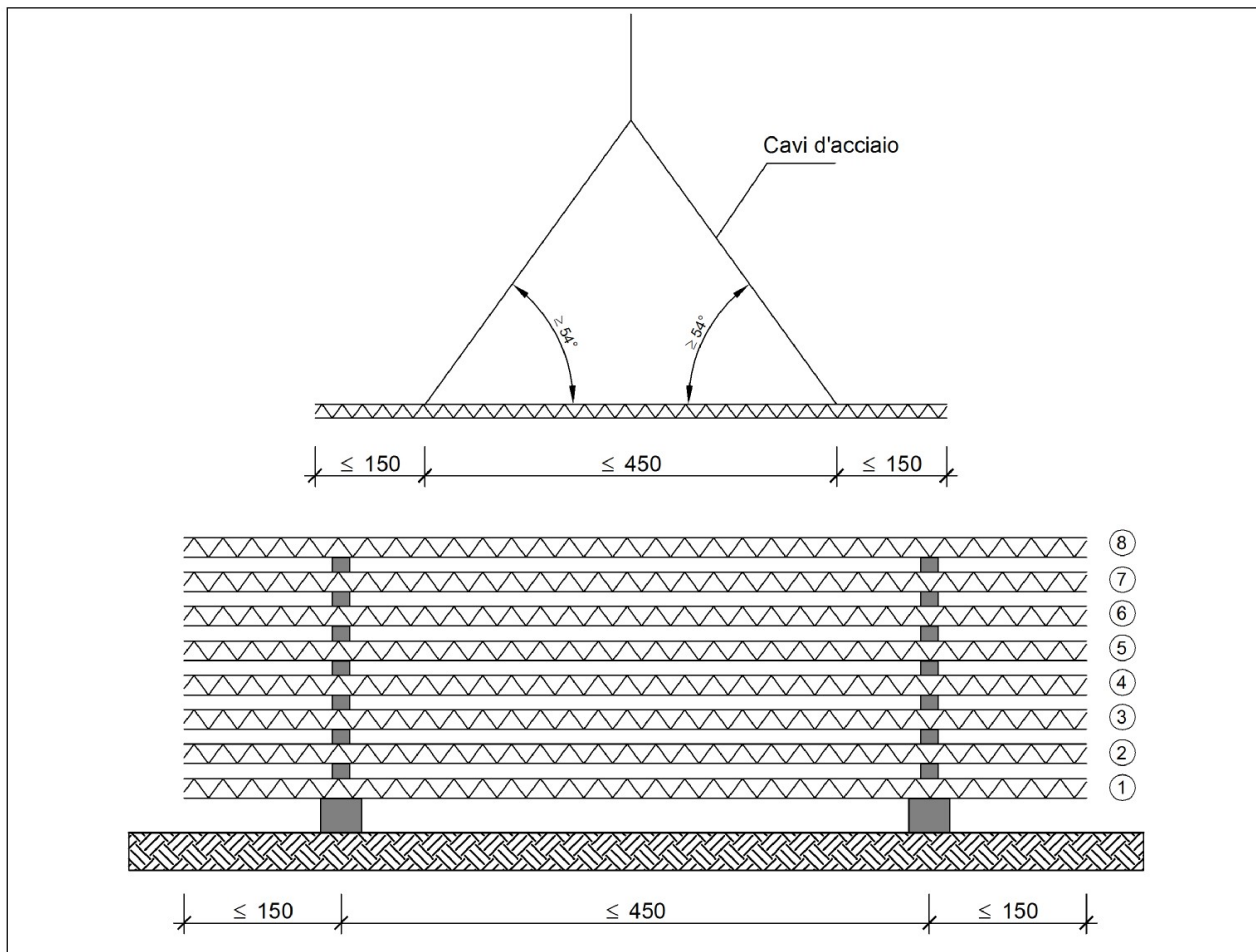


Figura 22.6 - Esempio di stoccaggio di travetti tralicciati

Art. 35. Elementi strutturali composti di acciaio e calcestruzzo

35.1 Generalità

Le strutture composte sono costituite da parti realizzate in acciaio per carpenteria e da parti realizzate in calcestruzzo armato (normale o precompresso) rese collaboranti fra loro con un sistema di connessione appropriatamente dimensionato.

35.2 Acciaio

Per le caratteristiche degli acciai (strutturali, da lamiera grecata e da armatura) utilizzati nelle strutture composte di acciaio e calcestruzzo si deve fare riferimento al paragrafo 11.3 delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

Le prescrizioni generali relative alle saldature, di cui al suddetto paragrafo 11.3 delle norme tecniche per le costruzioni, si applicano integralmente. Particolari cautele dovranno adottarsi nella messa a punto dei procedimenti di saldatura degli acciai con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica (per i quali può farsi utile riferimento alla norma **UNI EN 10025-5**).

Per le procedure di saldatura dei connettori e il relativo controllo si può fare riferimento a normative consolidate.

Nel caso si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve rispettare le prescrizioni di cui al paragrafo 11.3.4.7 delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

35.3 Calcestruzzo

Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo devono risultare da prove eseguite in conformità alle indicazioni delle presenti norme sulle strutture di cemento armato ordinario o precompresso.

Nei calcoli statici non può essere considerata né una classe di resistenza del calcestruzzo inferiore a C20/25 né una classe di resistenza superiore a C60/75. Per i calcestruzzi con aggregati leggeri, la cui densità non può essere inferiore a 1800 kg/m³, le classi limite sono LC20/22 e LC55/60.

Per classi di resistenza del calcestruzzo superiori a C45/55 e LC40/44 si richiede che prima dell'inizio dei lavori venga eseguito uno studio adeguato e che la produzione segua specifiche procedure per il controllo qualità.

Qualora si preveda l'utilizzo di calcestruzzi con aggregati leggeri, bisogna considerare che i valori del modulo di elasticità e dei coefficienti di viscosità, ritiro e dilatazione termica, dipendono dalle proprietà degli aggregati utilizzati. Pertanto, i valori da utilizzare sono scelti in base alle proprietà del materiale specifico.

Nel caso si utilizzino elementi prefabbricati, si rinvia alle indicazioni specifiche delle presenti norme.

CAPITOLO 3 - MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO E IMPIANTISTICHE

Art. 36. Calci idrauliche da costruzioni

Le calci da costruzione sono utilizzate come leganti per la preparazione di malte (da muratura e per intonaci interni ed esterni) e per la produzione di altri prodotti da costruzione. La norma **UNI EN 459-1** classifica le calci idrauliche nelle seguenti categorie e relative sigle di identificazione:

- calci idrauliche naturali (NHL): derivate esclusivamente da marne naturali o da calcari silicei, con la semplice aggiunta di acqua per lo spegnimento;
- calci idrauliche naturali con materiali aggiunti (NHL-Z), uguali alle precedenti, cui vengono aggiunti sino al 20% in massa di materiali idraulicizzanti o pozzolane;
- calci idrauliche (HL), costituite prevalentemente da idrossido di Ca, silicati e alluminati di Ca, prodotti mediante miscelazione di materiali appropriati.

La resistenza a compressione della calce è indicata dal numero che segue dopo la sigla (NHL 2, NHL 3.5 e NHL 5). La resistenza a compressione (in MPa) è quella ottenuta da un provino di malta dopo 28 giorni di stagionatura, secondo la norma UNI EN 459-2.

Le categorie di calci idrauliche NHL-Z e HL sono quelle che in passato ha costituito la calce idraulica naturale propriamente detta.

Il prodotto, che può essere fornito in sacchi o sfuso, deve essere accompagnato dalla documentazione rilasciata dal produttore.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 459-1 – Calci da costruzione. Definizioni, specifiche e criteri di conformità;

UNI EN 459-2 – Calci da costruzione. Metodi di prova;

UNI EN 459-3 – Calci da costruzione. Valutazione della conformità.

Art. 37. Laterizi

37.1 Generalità

Si definiscono *laterizi* quei materiali artificiali da costruzione formati di argilla – contenente quantità variabili di sabbia, di ossido di ferro e di carbonato di calcio – purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, i quali, dopo asciugamento, verranno esposti a giusta cottura in apposite fornaci, e dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 (norme per l'accettazione dei materiali laterizi) e alle norme UNI vigenti.

37.2 Requisiti

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione devono possedere i seguenti requisiti:

- non presentare sassolini, noduli o altre impurità all'interno della massa;

- avere facce lisce e spigoli regolari;
- presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine e uniforme;
- dare, al colpo di martello, un suono chiaro;
- assorbire acqua per immersione;
- asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità;
- non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline;
- non screpolarsi al fuoco;
- avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali dovranno essere assoggettati, in relazione all'uso.

37.3 Controlli di accettazione

Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna e alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, devono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche.

Le prove fisiche sono quelle di compressione, flessione, urto, gelività, imbibimento e permeabilità.

Le prove chimiche sono quelle necessarie per determinare il contenuto in sali solubili totali e in solfati alcalini.

In casi speciali, può essere prescritta un'analisi chimica più o meno completa dei materiali, seguendo i procedimenti analitici più accreditati.

I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline devono essere analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.

Per quanto attiene alle modalità delle prove chimiche e fisiche, si rimanda al R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.

37.4 Elementi in laterizio per solai

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione e i metodi di prova si farà riferimento alle seguenti norme:

UNI 9730-1 – *Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione;*

UNI 9730-2 – *Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione;*

UNI 9730-3 – *Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.*

Dovranno, inoltre, essere rispettate le norme tecniche di cui al punto 4.1.9 del D.M. 17 gennaio 2018.

37.5 Tavelle e tavelloni

Le tavelle sono elementi laterizi con due dimensioni prevalenti e con altezza minore o uguale a 4 cm.

I tavelloni sono, invece, quegli elementi laterizi aventi due dimensioni prevalenti e altezza superiore ai 4 cm (generalmente 6÷8 cm).

Per l'accettazione dimensionale delle tavelle e dei tavelloni si farà riferimento alle tolleranze previste dal punto 4 della norma **UNI 11128** – *Prodotti da costruzione di laterizio. Tavelloni, tavelle e tavelline. Terminologia, requisiti e metodi di prova.*

In riferimento alla citata norma, l'80% degli elementi sottoposti a prova deve resistere ad un carico variabile da 600 a 1200 N in funzione della lunghezza e dello spessore.

Gli elementi devono rispondere alla modalità di designazione prevista dalla citata norma UNI.

Art. 38. Manufatti di pietre naturali o ricostruite

38.1 Generalità

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato. Le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

Per le prove da eseguire presso i laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 si rimanda alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2232 (norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione), del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 (norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione), e delle norme UNI vigenti.

I campioni delle pietre naturali da sottoporre alle prove da prelevare dalle forniture esistenti in cantiere, devono presentare caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche conformi a quanto

prescritto nei contratti, in relazione al tipo della pietra e all'impiego che di essa deve farsi nella costruzione.

Tabella 29.1 - Valori indicativi di tenacità

Roccia	Tenacità
Calcarea	1
Gneiss	1,20
Granito	1,50
Arenaria calcarea	1,50
Basalto	2,30
Arenaria silicea	2,60

Tabella 29.2 - Valori indicativi di resistenza a taglio

Roccia	Carico di rottura [MPa]
Arenarie	3-9
Calcarea	5-11
Marmi	12
Granito	15
Porfido	16
Serpentini	18-34
Gneiss	22-31

38.2 *Marmo*

Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).

A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri e i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le breccie calcaree lucidabili;
- gli alabastri calcarei;
- le serpentiniti;
- le oficalciti.

38.3 *Granito*

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, felspati, felspatoidi).

A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline costituite da quarzo, felspati sodico-potassici e miche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.);
- le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione, come gneiss e serizzi.

38.4 *Travertino*

Roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

38.5 *Pietra*

Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariata, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), e varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, ecc.). Al secondo gruppo, invece, appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazione e alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma **UNI EN 12670**.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 12670 – *Pietre naturali. Terminologia.*

38.6 Requisiti d'accettazione

I prodotti in pietra naturale o ricostruita devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

- appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta, nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc., che riducono la resistenza o la funzione;
- avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento;
- avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze.

Delle seguenti, ulteriori caratteristiche, il fornitore dichiarerà i valori medi (e i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

- massa volumica reale e apparente, misurata secondo la norma **UNI EN 1936**;
- coefficiente dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica, misurato secondo la norma **UNI EN 13755**;
- resistenza a compressione uniassiale, misurata secondo la norma **UNI EN 1926**;
- resistenza a flessione a momento costante, misurata secondo la norma **UNI EN 13161**;
- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.), si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato e alle prescrizioni di progetto.

I valori dichiarati saranno accettati dalla direzione dei lavori anche in base ai criteri generali del presente capitolato speciale d'appalto.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 12370 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza alla cristallizzazione dei sali;*

UNI EN 12371 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza al gelo;*

UNI EN 12372 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a flessione sotto carico concentrato;*

UNI EN 12407 – *Metodi di prova per pietre naturali. Esame petrografico;*

UNI EN 13161 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a flessione a momento costante;*

UNI EN 13364 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del carico di rottura in corrispondenza dei fori di fissaggio;*

UNI EN 13373 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione delle caratteristiche geometriche degli elementi;*

UNI EN 13755 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica;*

UNI EN 13919 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'invecchiamento dovuto a SO₂ in presenza di umidità;*

UNI EN 14066 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'invecchiamento accelerato tramite shock termico;*

UNI EN 14146 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del modulo di elasticità dinamico (tramite misurazione della frequenza fondamentale di risonanza);*

UNI EN 14147 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'invecchiamento mediante nebbia salina;*

UNI EN 14157 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'abrasione;*

UNI EN 14158 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione dell'energia di rottura;*

UNI EN 14205 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della durezza Knoop;*

UNI EN 14231 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza allo scivolamento tramite l'apparecchiatura di prova a pendolo;*

UNI EN 14579 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della velocità di propagazione del suono;*

UNI EN 14580 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del modulo elastico statico;*

UNI EN 14581 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del coefficiente di dilatazione lineare termica;*

UNI EN 1925 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità;*

UNI EN 1926 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a compressione uniassiale;*

UNI EN 1936 – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della massa volumica reale e apparente e della porosità totale e aperta.*

38.7 *Manufatti da lastre*

I manufatti da lastre devono essere ricavati da lastre di spessore non superiore a 8 cm. Si hanno i seguenti prodotti:

- lastre refilate;
- listelli;
- modul marmo/modulgranito.

38.8 *Manufatti in spessore*

I manufatti in spessore devono essere ricavati da blocchi o lastre di spessore superiore a 8 cm. Si hanno i seguenti prodotti:

- masselli;
- binderi;
- cordoni.

38.9 *Manufatti a spacco e sfaldo*

Tra i manufatti a spacco si indicano:

- cubetti di porfido;
- smolleri;
- lastre di ardesia;
- lastre di quarzite;
- lastre di serpentino;
- lastre di beola;
- lastre di arenaria.

Art. 39. Prodotti per pavimentazione e controsoffitti

39.1 *Generalità. Definizioni*

Si definiscono *prodotti per pavimentazione* quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

I termini funzionali del sottosistema parziale "pavimentazione" e degli strati funzionali che lo compongono sono quelli definiti dalla norma **UNI 7998**, in particolare:

- rivestimento: strato di finitura;
- supporto: strato sottostante il rivestimento;
- suolo: strato di terreno avente la funzione di sopportare i carichi trasmessi dalla pavimentazione;
- massiciata: strato avente la funzione di sopportare i carichi trasmessi dalla pavimentazione;
- strato di scorrimento: strato di compensazione tra i vari strati contigui della pavimentazione;
- strato di impermeabilizzazione: strato atto a garantire alla pavimentazione la penetrazione di liquidi;
- strato di isolamento termico: strato atto a conferire alla pavimentazione un grado stabilito di isolamento termico;
- strato di isolamento acustico: strato atto a conferire alla pavimentazione un grado stabilito di isolamento acustico;
- strato portante: strato strutturale (come, ad esempio, il solaio) atto a resistere ai carichi trasmessi dalla pavimentazione;

- strato ripartitore: strato avente la funzione di trasmettere le sollecitazioni della pavimentazione allo strato portante;
- strato di compensazione: strato avente la funzione di fissare la pavimentazione e di compensare eventuali dislivelli.

Il direttore dei lavori, ai fini dell'accettazione dei prodotti, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni contrattuali.

NORME DI RIFERIMENTO GENERALI

R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 – *Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione;*
UNI 7998 – *Edilizia. Pavimentazioni. Terminologia;*
UNI 7999 – *Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti.*

NORME DI RIFERIMENTO PER RIVESTIMENTI RESILIENTI⁷ PER PAVIMENTAZIONI

UNI CEN/TS 14472-1 – *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Generalità;*
UNI CEN/TS 14472-2 – *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti tessili per pavimentazioni;*
UNI CEN/TS 14472-3 – *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti laminati per pavimentazioni;*
UNI EN 1081 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza elettrica;*
UNI EN 12103 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Supporti di agglomerato di sughero. Specifiche;*
UNI EN 12104 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di sughero. Specifica;*
UNI EN 12105 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione del contenuto di umidità degli agglomerati a base di sughero;*
UNI EN 12455 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifiche per supporti a base di sughero;*
UNI EN 12466 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Vocabolario;*
UNI EN 13893 – *Rivestimenti resilienti, laminati e tessili per pavimentazioni. Misura del coefficiente dinamico di attrito su superfici di pavimenti asciutte;*
UNI EN 1399 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla bruciatura di sigaretta e di mozziconi di sigaretta;*
UNI EN 14041 – *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Caratteristiche essenziali;*
UNI EN 14085 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifiche per pannelli da pavimento con posa a secco;*
UNI EN 14565 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di polimeri termoplastici sintetici. Specifiche;*
UNI CEN/TS 15398 – *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per i rivestimenti per pavimentazioni;*
UNI CEN/TS 15398 – *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per pavimentazioni;*
UNI EN 1815 – *Rivestimenti resilienti e tessili per pavimentazioni. Valutazione della propensione all'accumulo di elettricità statica;*
UNI EN 1818 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'azione di rotelle orientabili con carico pesante;*
UNI EN 423 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla macchia;*
UNI EN 424 – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'effetto del movimento simulato dalla gamba di un mobile;*
UNI EN 425 – *Rivestimenti resilienti e laminati per pavimentazioni. Prova della sedia con ruote;*

⁷ Un rivestimento si definisce *resiliente* quando è capace di recuperare la forma iniziale fino ad un certo punto dopo compressione (materiali plastici, gomma, sughero o linoleum).

- UNI EN 426** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della larghezza, lunghezza, rettilineità e planarità dei prodotti in rotoli;
- UNI EN 427** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della lunghezza dei lati, dell'ortogonalità e della rettilineità delle piastrelle;
- UNI EN 428** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dello spessore totale;
- UNI EN 429** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dello spessore degli strati;
- UNI EN 430** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica;
- UNI EN 431** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della forza di adesione tra gli strati;
- UNI EN 432** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della forza di lacerazione;
- UNI EN 433** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'impronta residua dopo l'applicazione di un carico statico;
- UNI EN 434** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della stabilità dimensionale e dell'incurvamento dopo esposizione al calore;
- UNI EN 435** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della flessibilità;
- UNI EN 436** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica;
- UNI EN 660-1** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'usura. Prova di Stuttgart;
- UNI EN 660-2** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'usura. Parte 2: Prova di Frick-Taber;
- UNI EN 661** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della propagazione dell'acqua;
- UNI EN 662** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'incurvamento per esposizione all'umidità;
- UNI EN 663** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della profondità convenzionale del rilievo;
- UNI EN 664** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della perdita di sostanze volatili;
- UNI EN 665** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della essudazione dei plastificanti;
- UNI EN 666** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della gelatinizzazione;
- UNI EN 669** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della stabilità dimensionale delle piastrelle di linoleum dovuta a variazioni dell'umidità atmosferica;
- UNI EN 670** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Identificazione del linoleum e determinazione del contenuto di cemento e della cenere residua;
- UNI EN 672** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica apparente del sughero agglomerato;
- UNI EN 684** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza delle giunzioni;
- UNI EN 685** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Classificazione;
- UNI EN 686** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di schiuma;
- UNI EN 687** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di agglomerati compositi di sughero;
- UNI EN 688** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per agglomerati di sughero linoleum.

NORMA DI RIFERIMENTO PER LA POSA IN OPERA

UNI 10329 – Posa dei rivestimenti di pavimentazione. Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili.

39.2 Requisiti di accettazione

L'analisi dei requisiti dei prodotti per pavimentazioni deve essere condotta nel rispetto della norma

UNI 7999. In particolare, la pavimentazione dovrà resistere:

- alle forze agenti in direzione normale e tangenziale;

- alle azioni fisiche (variazioni di temperatura e umidità);
- all'azione dell'acqua (pressione, temperatura, durata del contatto, ecc.);
- ai fattori chimico-fisici (agenti chimici, detersivi, sostanze volatili);
- ai fattori elettrici (generazione di cariche elettriche);
- ai fattori biologici (insetti, muffe, batteri);
- ai fattori pirici (incendio, cadute di oggetti incandescenti, ecc.);
- ai fattori radioattivi (contaminazioni e alterazioni chimico fisiche).

Per effetto delle azioni sopraelencate, la pavimentazione non dovrà subire le alterazioni o i danneggiamenti indicati dalla norma **UNI 7999**, nello specifico:

- deformazioni;
- scheggiature;
- abrasioni;
- incisioni;
- variazioni di aspetto;
- variazioni di colore;
- variazioni dimensionali;
- vibrazioni;
- rumori non attenuati;
- assorbimento d'acqua;
- assorbimento di sostanze chimiche;
- assorbimento di sostanze detersive;
- emissione di odori;
- emissione di sostanze nocive.

39.3 *Caratteristiche dei prodotti in legno per pavimentazione*

I prodotti di legno per pavimentazione, quali tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, ecc., si intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica.

I prodotti di cui sopra devono: essere dell'essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto esecutivo.

Sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:

– qualità I:

- piccoli nodi sani con diametro minore di 2 mm se del colore della specie (minore di 1 mm se di colore diverso), purché presenti su meno del 10% degli elementi del lotto;
- imperfezioni di lavorazione con profondità minore di 1 mm e purché presenti su meno del 10% degli elementi.

– qualità II:

- piccoli nodi sani con diametro minore di 5 mm se del colore della specie (minore di 2 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 20% degli elementi del lotto;
- imperfezioni di lavorazione come per la classe I;
- piccole fenditure;
- alborno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.

– qualità III:

- esenti da difetti che possono compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica);
- alborno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.

I prodotti in oggetto devono avere contenuto di umidità compreso tra il 10 e il 15%.

Le tolleranze sulle dimensioni e sulla finitura sono le seguenti:

- listoni: 1 mm sullo spessore, 2 mm sulla larghezza e 5 mm sulla lunghezza;
- tavolette: 0,5 mm sullo spessore e 1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- mosaico, quadrotti, ecc.: 0,5 mm sullo spessore e 1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- le facce a vista e i fianchi da accertare saranno lisci.

La resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta e altre caratteristiche, saranno nei limiti solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accompagna la fornitura.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e dall'umidità nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Nell'imballo un foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore e al contenuto, almeno le caratteristiche di cui sopra.

Per i pavimenti in sughero si applicheranno le disposizioni della norma **UNI ISO 3810**.

39.4 Classificazione su metodo di formatura e assorbimento d'acqua delle piastrelle in ceramica

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto, tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, gres, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura mediante estrusione (metodo A) o pressatura (metodo B) a temperatura ambiente o con altri processi produttivi (metodo C).

Il rivestimento deve essere vetroso e impermeabile ai liquidi. La superficie delle piastrelle non smaltata deve essere levigata.

I tre gruppi di assorbimento d'acqua (*E*) per le piastrelle pressate o estruse previste dalla norma **UNI EN 14411** sono schematizzati nella tabella 30.1.

Tabella 30.1 - Assorbimento d'acqua delle piastrelle di ceramica

Assorbimento d'acqua [<i>E</i>] in %						
Basso assorbimento d'acqua		Medio assorbimento d'acqua				Alto assorbimento d'acqua
Gruppo BI ^a $E \leq 0,5\%$	Gruppo BI ^b $0,5\% < E \leq 3\%$	Gruppo AII ^a $3\% < E \leq 6\%$	Gruppo AII ^b $6\% < E < 10\%$	Gruppo BII ^a $3\% < E \leq 6\%$	Gruppo BII ^b $6\% < E \leq 10\%$	Gruppo III $E > 10\%$
Piastrelle pressate a secco		Piastrelle estruse		Piastrelle pressate		-

39.4.1 Imballaggi e indicazioni

Le piastrelle di ceramica devono essere contenute in appositi imballi che le proteggano da azioni meccaniche, sporatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

In applicazione della norma **UNI EN 14411**, le piastrelle di ceramica e/o i loro imballaggi devono riportare:

- il marchio del fabbricante e/o il marchio del venditore e il paese di origine;
- il marchio indicante la prima scelta;
- il tipo di piastrelle e il riferimento all'appendice della stessa norma **UNI EN 14411**;
- le dimensioni nominali e le dimensioni di fabbricazione, modulari (M) o non modulari;
- la natura della superficie, smaltata (GL) o non smaltata (UGL).

In caso di piastrelle per pavimento devono essere riportati:

- i risultati ottenuti dalla prova di scivolosità;
- la classe di abrasione per le piastrelle smaltate.

39.4.2 Designazione

Le piastrelle di ceramica, come previsto dalla norma **UNI EN 14411**, devono essere designate riportando:

- il metodo di formatura;
- l'appendice della norma **UNI EN 14411**, che riguarda il gruppo specifico delle piastrelle;
- le dimensioni nominali e di fabbricazione, modulari (M) o non modulari;
- la natura della superficie: smaltata (GL) o non smaltata (UGL).

39.5 Prodotti in gomma per pavimentazioni

I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto e, in mancanza e/o a complemento, devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

- essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista;
- avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura. In caso di contestazione, si farà riferimento alla norma UNI 8272-2.

Sulle dimensioni nominali e sull'ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:

- piastrelle: lunghezza e larghezza $\pm 0,3\%$, spessore $\pm 0,2$ mm;
- rotoli: lunghezza $\pm 1\%$, larghezza $\pm 0,3\%$, spessore $\pm 0,2$ mm;
- piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in millimetri) e 0,0012;

- rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm.
 - la durezza deve essere compresa tra 75 e 85 punti di durezza Shore A;
 - la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm³;
 - la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli;
 - la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984, allegato A3.1;
 - la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alterazioni di colore prodotta dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale oltre i limiti d'accettazione della norma UNI 8272-2. Non sono, inoltre, ammessi affioramenti o rigonfiamenti;
 - il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore oltre i limiti d'accettazione della norma UNI 8272-2;
 - il controllo delle caratteristiche suddette si intende effettuato secondo i criteri indicati dalla norma UNI 8272;
 - i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa;
- Il foglio di accompagnamento indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le informazioni di cui ai punti sopraelencati.

39.5.1 Norme di riferimento

- UNI 8272-1** – *Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Esame dell'aspetto.*
- UNI 8272-2** – *Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione della costanza del colore;*
- UNI 8272-6** – *Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione dell'adesione al supporto;*
- UNI EN 12199** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma con rilievi omogenei ed eterogenei per pavimentazioni;*
- UNI EN 14521** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia per pavimentazioni con o senza supporto di schiuma con uno strato decorativo;*
- UNI EN 1816** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei con supporto di schiuma per pavimentazioni;*
- UNI EN 1817** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei per pavimentazioni;*
- UNI EN 1903** – *Adesivi. Metodo di prova per adesivi per rivestimenti di plastica o di gomma di pavimentazioni o di pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali dopo invecchiamento accelerato.*

39.6 Prescrizioni per i prodotti base di policloruro di vinile

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

I prodotti di vinile, omogenei e non, e i tipi eventualmente caricati, devono rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme:

- UNI EN 649** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti omogenei ed eterogenei per pavimentazioni a base di policloruro di vinile. Specifica;*
- UNI EN 650** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile su supporto di iuta o di feltro di poliestere oppure su supporto di feltro di poliestere con policloruro di vinile. Specifica;*
- UNI EN 651** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con strato di schiuma. Specifica;*
- UNI EN 652** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con supporto a base di sughero. Specifica;*
- UNI EN 653** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile espanso (cushioned). Specifica;*
- UNI EN 654** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle semiflessibili di policloruro di vinile. Specifica;*

UNI EN 655 – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di agglomerato di sughero con strato di usura a base di policloruro di vinile. Specifica;

UNI EN 718 – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica di un'armatura o di un supporto dei rivestimenti di polivinile di cloruro per pavimentazioni;

UNI EN 13413 – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti di pavimenti a base di policloruro di vinile su supporto di fibra minerale. Specifiche;

UNI EN 13553 – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni di polivinilcloruro per aree umide speciali – Specifiche;

UNI EN 13845 – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con resistenza avanzata allo scivolamento. Specifica.

39.7 Prodotti di resina

I prodotti di resina (applicati fluidi o in pasta) per rivestimenti di pavimenti saranno realizzati:

- mediante impregnazione semplice (I1);
- a saturazione (I2);
- mediante film con spessori fino a 200 mm (F1) o con spessore superiore (F2);
- con prodotti fluidi cosiddetti *autolivellanti* (A);
- con prodotti spatolati (S).

Le caratteristiche segnate come significative nel prospetto seguente devono rispondere alle prescrizioni progettuali.

I valori di accettazione sono quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dal direttore dei lavori.

I metodi di accettazione sono quelli contenuti nella norma **UNI 8298** (varie parti).

Tabella 30.2 - Caratteristiche significative dei prodotti di resina

Caratteristiche	Grado di significatività rispetto ai vari tipi [+ significativa; – non significativa]					
	I1	I2	F1	F2	A	S
Colore	-	-	+	+	+	-
Identificazione chimico-fisica	+	+	+	+	+	+
Spessore	-	-	+	+	+	+
Resistenza all'abrasione	+	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento dinamico (urto)	-	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento statico	+	+	+	+	+	+
Comportamento all'acqua	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla pressione idrostatica inversa	-	+	+	+	+	+
Reazione al fuoco	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla bruciatura della sigaretta	-	+	+	+	+	+
Resistenza all'invecchiamento termico in aria	-	+	+	+	+	+
Resistenza meccanica dei ripristini	-	-	+	+	+	+

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratteristiche, le avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

39.8 Prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni

I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni, a seconda del tipo di prodotto, devono rispondere alle prescrizioni progettuali e di quelle del presente capitolato speciale d'appalto.

39.9 Mattonelle di conglomerato cementizio

Le mattonelle di conglomerato cementizio potranno essere:

- con o senza colorazione e superficie levigata;
- con o senza colorazione con superficie striata o con impronta;
- a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.

I suddetti prodotti devono rispondere alle prescrizioni del R.D. 2234 del 16 novembre 1939, per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro e alle prescrizioni progettuali.

Le mattonelle di conglomerato cementizio sono particolarmente adatte per pavimentazione di interni, di balconi e di terrazze. Devono essere formate di due strati:

- strato inferiore, costituito di conglomerato cementizio;
- strato superiore, con spessore minimo di 0,5 cm, costituito da malta ad alta percentuale di cemento. L'eventuale aggiunta di materie coloranti può anche essere limitata alla parte superficiale di logoramento (spessore minimo = 0,2 cm).

Il peso delle mattonelle occorrenti per l'esecuzione di un metro quadrato di pavimentazione è di circa 36 kg.

39.9.1 Norme di riferimento

Le mattonelle di *conglomerato cementizio* dovranno rispondere alle seguenti norme:

- UNI 2623** – *Mattonella quadrata di conglomerato cementizio*;
- UNI 2624** – *Mattonella rettangolare di conglomerato cementizio*;
- UNI 2625** – *Mattonella esagonale di conglomerato cementizio*;
- UNI 2626** – *Marmette quadrate di conglomerato cementizio*;
- UNI 2627** – *Marmette rettangolari di conglomerato cementizio*;
- UNI 2628** – *Pietrini quadrati di conglomerato cementizio*.

39.10 Masselli di calcestruzzo

I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica. Per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto in mancanza e/o completamento, devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

- essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse. Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;
- le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza $\pm 15\%$ per il singolo massello e $\pm 10\%$ sulle medie;
- la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;
- il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;
- il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza $\pm 5\%$ per il singolo elemento e $\pm 3\%$ per le medie;
- la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm² per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm² per la media;

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti e da azioni meccaniche.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

39.10.1 Norme di riferimento

I masselli in calcestruzzo dovranno rispondere alla seguente norma:

- UNI EN 1338** – *Masselli di calcestruzzo per pavimentazione. Requisiti e metodi di prova.*

39.11 Prodotti in pietre naturali

I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni si intendono definiti come segue:

- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiale lapideo (senza aggiunta di leganti);
- elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;
- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore e indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;

- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., si rimanda alla norma **UNI 9379** (norma ritirata senza sostituzione).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) e a quanto prescritto nell'articolo sui prodotti di pietre naturali o ricostruite. In mancanza di tolleranze su disegni di progetto, si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale. Le lastre finite, marmette, ecc., hanno tolleranza di 1 mm sulla larghezza e lunghezza e di 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte).

Le lastre e i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. n. 2234 del 16 novembre 1939 per quanto attiene al coefficiente di usura al tribometro in mm.

Le forniture avverranno su pallets e i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

39.12 *Mattonelle di asfalto*

Le mattonelle di asfalto dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 per quanto riguarda le caratteristiche di:

- resistenza all'urto: 4 N/m²;
- resistenza alla flessione: 3 N/mm²;
- coefficiente di usura al tribometro: 15 m/m massimo per 1 km di percorso.

Dovranno, inoltre, rispondere alle seguenti prescrizioni sui bitumi:

-
-

In caso di contestazione si farà riferimento alle norme CNR e UNI applicabili.

I prodotti saranno forniti su apposite pallets ed eventualmente protetti da azioni degradanti dovute ad agenti meccanici, chimici e altri nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione, in genere prima della posa.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra, oltre alle istruzioni per la posa.

39.13 *Prove di accettazione dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle*

Le prove da eseguire per accertare la qualità dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle sono quelle di resistenza alla rottura per urto, alla rottura per flessione, all'usura per attrito radente, all'usura per getto di sabbia, la prova di gelività e, per le mattonelle d'asfalto o di altra materia cementata a caldo, anche quella d'impronta.

Le prove d'urto, flessione e impronta vengono eseguite su quattro provini, ritenendo valore definitivo la media dei tre risultati più omogenei tra i quattro.

La prova di usura deve essere eseguita su due provini i cui risultati vengono mediati.

La prova di gelività deve essere effettuata su tre provini, e ciascuno di essi deve resistere al gelo perché il materiale sia considerato non gelivo.

Le prove devono essere eseguite presso i laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

39.14 *I prodotti tessili per pavimenti (moquettes)*

Si intendono tutti i rivestimenti nelle loro diverse soluzioni costruttive, e cioè:

- rivestimenti tessili a velluto (nei loro sottocasi velluto tagliato, velluto riccio, velluto unilivellato, velluto plurilivello, ecc.);
- rivestimenti tessili piatti (tessuto, non tessuto).

L'appaltatore, qualora richiesto dal direttore dei lavori, per i prodotti dovrà fornire indicazioni circa:

- massa areica totale e dello strato di utilizzazione;
- spessore totale e spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;
- perdita di spessore dopo applicazione (per breve e lunga durata) di carico statico moderato;
- perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico.

In relazione all'ambiente di destinazione potranno essere richieste le seguenti caratteristiche di comportamento:

- tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;
- numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;
- forza di strappo dei fiocchetti;
- comportamento al fuoco;

I valori saranno quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dal direttore dei lavori. Le modalità di prova da seguire in caso di contestazione sono quelle indicate nella norma **UNI 8014** (varie parti). I prodotti saranno forniti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, da agenti atmosferici e altri agenti degradanti nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio informativo deve indicare il nome del produttore, le caratteristiche e le istruzioni per la posa in opera.

39.14.1 Norme di riferimento

In caso di contestazioni circa la qualità del materiale fornito dall'appaltatore, si farà riferimento alle seguenti norme:

UNI 8013-1 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione;*

UNI 8014-1 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Prelievo, numero e dimensioni delle provette;*

UNI 8014-2 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica totale;*

UNI 8014-3 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica dell'intero strato d'utilizzazione;*

UNI 8014-4 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica della parte utile dello strato di utilizzazione;*

UNI 8014-5 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore totale;*

UNI 8014-6 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore della parte utile dello strato d'utilizzazione;*

UNI 8014-7 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di breve durata di carico statico moderato;*

UNI 8014-8 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di lunga durata di carico statico elevato;*

UNI 8014-9 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico;*

UNI 8014-10 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa volumica del pelo utile;*

UNI 8014-12 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;*

UNI 8014-13 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione del numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;*

UNI 8014-14 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della forza di strappo dei fiocchetti;*

UNI 8014-15 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza allo sporco;*

UNI 8014-16 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza elettrica orizzontale (superficiale) e verticale (trasversale).*

39.15 Pavimentazioni sportive sintetiche

Le pavimentazioni sintetiche sportive potranno essere costituite da:

- pavimentazione impermeabile realizzata in sito idonea sia per l'interno che per l'esterno, formata da resine sintetiche, acriliche, altamente elastiche, colorate con additivi a base di ossidi metallici,

miscelate in loco con aggregati minerali di granulometria fine e controllata (quarzo sferoidale). L'impasto deve essere applicato con racle a strati incrociati. In tal caso, il sottofondo idoneo può essere costituito da tappetino bituminoso fillerizzato. Per l'esterno è necessario prevedere una pendenza lungo gli assi del campo dello 0,8-1%, per evitare il ristagno d'acqua;

- pavimentazione in resina poliuretana autolivellante a due componenti, su supporto in teli prefabbricati in gomma. La finitura deve essere liscia e antisdrucchiolo. La resistenza al fuoco deve appartenere alla classe 1. Lo spessore totale deve essere compreso tra i 6 e i 20 mm. Il sottofondo idoneo deve essere costituito da massetti in calcestruzzo lisciato con umidità residua inferiore al 3%;

- pavimentazione poliuretana bicomponente elastica a spessore per la realizzazione di campi da tennis, bocce e aree ricreative.

39.15.1 Norme di riferimento

Per l'accettazione delle pavimentazioni sportive sintetiche si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI 9547 – *Pavimentazioni sportive sintetiche per impianti di atletica leggera all'aperto. Progettazione, costruzione, caratteristiche, prove e manutenzione* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

UNI 9549 – *Pavimentazioni sportive sintetiche. Determinazione della resistenza alle scarpe chiodate per atletica* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

UNI 9550 – *Pavimentazioni sportive per atletica leggera. Determinazione della resistenza all'abrasione* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

UNI 9551 – *Pavimentazioni sportive. Determinazione della resistenza allo scivolamento di una superficie per mezzo di un pendolo ad attrito* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

UNI 9552 – *Pavimentazioni sportive. Determinazione della velocità di infiltrazione* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

UNI EN 1177 – *Rivestimenti di superfici di aree da gioco ad assorbimento di impatto. Requisiti di sicurezza e metodi di prova.*

39.16 Rivestimenti resinosi

Per l'accettazione dei rivestimenti resinosi si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI 8636 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Significatività delle caratteristiche;*

UNI 8297 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Terminologia;*

UNI 8298-1 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Determinazione dell'adesione del rivestimento al supporto;*

UNI 8298-2 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazione. Determinazione della resistenza al punzonamento dinamico;*

UNI 8298-3 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza al punzonamento statico;*

UNI 8298-4 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza agli agenti chimici;*

UNI 8298-5 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione del comportamento all'acqua;*

UNI 8298-6 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'invecchiamento termico in aria;*

UNI 8298-7 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla bruciatura da sigaretta;*

UNI 8298-8 – *Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla pressione idrostatica inversa;*

UNI 8298-9 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'abrasione;*

UNI 8298-10 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza elettrica;*

UNI 8298-11 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Preparazione dei provini per la determinazione della reazione al fuoco e della non combustibilità* (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

UNI 8298-12 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione dello spessore;*

UNI 8298-13 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza meccanica dei ripristini (n.d.r. ritirata senza sostituzione);*

UNI 8298-14 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della lavabilità e della resistenza al lavaggio;*

UNI 8298-15 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Preparazione dei provini per la determinazione della massa volumica apparente;*

UNI 8298-16 – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza allo scivolamento;*

UNI EN 1177 – *Rivestimenti di superfici di aree da gioco ad assorbimento di impatto. Requisiti di sicurezza e metodi di prova;*

UNI EN 1269 – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione delle impregnazioni nei rivestimenti agugliati mediante una prova di sporatura;*

UNI EN 1307 – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei tappeti a pelo.*

39.17 Requisiti prestazionali della pavimentazione antisdrucchiolevole

Per *pavimentazione antisdrucchiolevole* si intende una pavimentazione realizzata con materiali il cui coefficiente di attrito, misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd. (B.C.R.A.) Rep. CEC. 6/81, sia superiore ai seguenti valori previsti dal D.M. n. 236/1989:

- 0,40 per elemento scivolante cuoio su pavimentazione asciutta;

- 0,40 per elemento scivolante gomma dura standard su pavimentazione bagnata.

I valori di attrito predetti non devono essere modificati dall'apposizione di strati di finitura lucidanti o di protezione che, se previsti, devono essere applicati sui materiali stessi prima della prova.

Le ipotesi di condizione della pavimentazione (asciutta o bagnata) devono essere assunte in base alle condizioni normali del luogo ove sia posta in opera.

Gli strati di supporto della pavimentazione devono essere idonei a sopportare nel tempo la pavimentazione e i sovraccarichi previsti, nonché ad assicurare il bloccaggio duraturo degli elementi costituenti la pavimentazione stessa.

Gli elementi costituenti una pavimentazione devono presentare giunture inferiori a 5 mm, stilate con materiali durevoli ed essere piani, con eventuali risalti di spessore non superiore a 2 mm.

I grigliati inseriti nella pavimentazione devono essere realizzati con maglie non attraversabili da una sfera di 2 cm di diametro.

I grigliati ad elementi paralleli devono, comunque, essere posti con gli elementi ortogonali alla direzione di marcia.

39.18 Pavimenti sopraelevati

39.18.1 Generalità

Il sistema di pavimenti sopraelevati deve essere composto da una struttura metallica portante che assolve il compito di sostenere i pannelli del pavimento rialzato, che possono essere costituiti da:

- conglomerato di legno e resine a bassa emissione di formaldeide;

- materiale inerte (solfato di calcio) rinforzato con fibre di cellulosa ad alta resistenza meccanica;

- materiale composito formato dall'accoppiamento di un pannello in truciolare con un pannello di inerte.

39.18.2 Strutture di sostegno

Le strutture di sopraelevazione, adatte a sostenere ogni tipo di pannello modulare, si diversificano per rispondere a varie esigenze progettuali, quali, per esempio, il carico da supportare, l'altezza della sopraelevazione, la tenuta d'aria per il condizionamento, la continuità elettrica, la resistenza al fuoco, ecc.

Le strutture portanti possono essere dei seguenti tipi:

- senza travette: strutture con colonnine in acciaio per pavimenti particolarmente bassi, consigliate per sopraelevazioni comprese tra i e i.... mm, da fissare al pavimento con apposito mastice;

- con travette: strutture con colonnine in acciaio e travette aggredibili ad incastro. Adatte a medie altezze di sopraelevazione e particolarmente indicate per sistemi di condizionamento dal basso;

- in acciaio con travette da fissare con bullone: adatte ad altezze comprese tra i..... e i mm. La continuità elettrica deve essere conforme alle norme vigenti in materia;

- strutture pesanti con travi tubolari passanti e travi tubolari di collegamento: sono fissate alle colonnine con vite di pressione. Tale soluzione, consigliata in presenza di carichi gravosi e alte sopraelevazioni, garantisce la continuità elettrica in ogni punto di traliccio portante. La struttura portante del pavimento sopraelevato deve essere in grado di contrarsi e dilatarsi per effetto delle escursioni termiche senza causare danni al pavimento.

39.18.3 *Pannelli di supporto*

I pannelli di supporto dei pavimenti sopraelevati possono essere dei seguenti tipi:

- pannello ligneo costituito da un conglomerato di legno ad alta densità e resine leganti;
- pannello in materiale inerte in solfato di calcio costituito da gesso e fibre;
- pannello composito costituito da uno strato superiore in conglomerato di legno di 28 mm e da uno strato inferiore in solfato di calcio di 10 mm.

Il rivestimento superiore dei pannelli può essere in laminato, in linoleum, in vinile, in ceramica, in moquette, in parquet, in marmo, in gomma o in granito. Il retro dei pannelli può prevedere anche una lamina in alluminio, una lastra di acciaio zincato, un laminato o una vaschetta in acciaio.

39.18.4 *Norme di riferimento*

Per l'accettazione dei pavimenti sopraelevati modulari e i relativi componenti e accessori, si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI EN 12825 – *Pavimenti sopraelevati*;

UNI EN 1366-6 – *Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi. Parte 6: Pavimenti sopraelevati e pavimenti cavi.*

39.19 *Controsoffitti*

39.19.1 *Generalità*

I controsoffitti sono strutture di finitura costituiti da elementi modulari leggeri prefabbricati, sospesi a strutture puntiformi e discontinue. Gli elementi di sostegno possono essere fissati direttamente al solaio o ad esso appesi.

Lo strato di tamponamento può essere realizzato con i seguenti elementi:

- doghe metalliche a giacitura orizzontale;
- lamelle a giacitura verticale;
- grigliati a giacitura verticale e orditura ortogonale;
- cassettoni costituiti da elementi a centina, nei materiali e colori previsti dalle indicazioni progettuali esecutive riguardo alle caratteristiche meccaniche, chimiche, e fisiche.

Gli elementi dei controsoffitti non accettati dal direttore dei lavori per il manifestarsi di difetti di produzione o di posa in opera, dovranno essere dismessi e sostituiti dall'appaltatore. I prodotti devono riportare la prescritta marcatura CE, in riferimento alla norma **UNI EN 13964**.

La posa in opera comprende anche l'eventuale onere di tagli, forature e formazione di sagome.

Il direttore dei lavori dovrà controllare la facile amovibilità degli elementi modulari dalla struttura di distribuzione per le eventuali opere di manutenzione.

39.19.2 *Elementi di sospensione e profili portanti*

Gli organi di sospensione dei controsoffitti per solai in cemento armato laterizio possono essere realizzati con vari sistemi:

- fili metallici zincati;
- tiranti di ferro piatto con fori ovalizzati per la regolazione dell'altezza mediante viti;
- tiranti in ferro tondo o piatto.

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati alle solette in cemento armato possono essere realizzati con:

- elementi in plastica incastrati nella soletta;
- guide d'ancoraggio;
- viti con tasselli o viti ad espansione.

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati ai solai in lamiera d'acciaio possono essere realizzati con:

- lamiere piane con occhielli punzonati;
- tasselli ribaltabili;

- tasselli trapezoidali collocati entro le nervature sagomate della lamiera.

I profili portanti i pannelli dei controsoffitti dovranno avere le caratteristiche tecniche indicate in progetto. In mancanza, si seguiranno le indicazioni del direttore dei lavori.

Gli eventuali elementi in legno per la struttura di sostegno del controsoffitto devono essere opportunamente trattati ai fini della prevenzione del loro deterioramento e imbarcamento.

39.19.3 *Controsoffitti in pannelli di gesso*

I controsoffitti in pannelli di gesso devono essere costituiti da lastre prefabbricate piane o curve, confezionate con impasto di gesso e aggiunta di fibre vegetali di tipo manila o fibre minerali. Eventualmente, possono essere impiegate anche perline di polistirolo per aumentarne la leggerezza.

Le caratteristiche dovranno rispondere alle prescrizioni progettuali. Tali tipi di controsoffitti possono essere fissati mediante viti autoperforanti ad una struttura costituita da doppia orditura di profilati metallici o misti legno/metallo, sospesa all'intradosso del solaio secondo le prescrizioni progettuali, tramite pendini a molla o staffe.

Il controsoffitto in pannelli di gesso di tipo tradizionale potrà essere sospeso mediante pendini costituiti da filo metallico zincato, ancorato al soffitto esistente mediante tasselli o altro. Durante la collocazione, le lastre devono giuntate con gesso e fibra vegetale. Infine, dovranno essere stuccate le giunture a vista e i punti di sospensione delle lastre.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli, e tra i pannelli e le pareti del locale. A posa ultimata le superfici dovranno risultare perfettamente lisce e prive di asperità.

39.19.4 *Controsoffitti in lastre di cartongesso*

I controsoffitti in cartongesso possono essere costituiti da lastre prefabbricate piane, confezionate con impasto di gesso stabilizzato miscelato e additivato, rivestito su entrambi i lati da speciali fogli di cartone. Le caratteristiche devono rispondere alle prescrizioni progettuali.

Tali tipi di controsoffitti devono fissati, mediante viti auto perforanti, ad una struttura costituita da doppia orditura di profilati metallici o misti legno/metallo, sospesa all'intradosso del solaio, secondo le prescrizioni progettuali, o tramite pendini a molla o staffe.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli, e tra i pannelli e le pareti della stanza. A posa ultimata le superfici devono risultare perfettamente lisce.

39.19.5 *Controsoffitti in perline di legno*

I controsoffitti in perline di legno con lati sagomati ad incastro, a maschio e femmina o a battuta, possono essere montati con chiodi nascosti nell'incastro o con ganci su correnti in legno.

Particolare attenzione deve essere posta alla ventilazione dell'intercapedine che si viene a formare, al fine di evitare ristagni di umidità.

39.19.6 *Controsoffitti in pannelli di fibre minerali*

I controsoffitti in pannelli di fibre minerali possono essere collocati su un doppio ordito di profilati metallici a T rovesciata, sospesi mediante pendini o staffe. I profilati metallici potranno essere a vista, seminascosti o nascosti, secondo le prescrizioni progettuali o le direttive del direttore dei lavori.

39.19.7 *Norme di riferimento*

UNI EN 13964 – *Controsoffitti. Requisiti e metodi di prova;*

UNI EN 14246 – *Elementi di gesso per controsoffitti. Definizioni, requisiti e metodi di prova.*

Art. 40. Prodotti per rivestimenti interni ed esterni

40.1 *Caratteristiche*

Si definiscono *prodotti per rivestimenti* quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti, facciate) e orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. I prodotti per rivestimenti si distinguono in base allo stato fisico, alla collocazione e alla collocazione nel sistema di rivestimento.

In riferimento allo stato fisico, tali prodotti possono essere:

- rigidi (rivestimenti in ceramica, pietra, vetro, alluminio, gesso, ecc.);
- flessibili (carte da parati, tessuti da parati, ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci, vernicianti, rivestimenti plastici, ecc.).

In riferimento alla loro collocazione, si distinguono:

- prodotti per rivestimenti esterni;
- prodotti per rivestimenti interni.

Per ciò che concerne, infine, la collocazione dei prodotti nel sistema di rivestimento, si distinguono:

- prodotti di fondo;
- prodotti intermedi;
- prodotti di finitura.

Il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa.

40.2 Prodotti rigidi. Rivestimenti murali

40.2.1 Piastrelle di ceramica

Con riferimento al D.M. 26 giugno 1997, recante l'istituzione dei marchi di ceramica artistica e tradizionale e di ceramica di qualità, la ceramica artistica e tradizionale deve recare il marchio previsto.

Per qualunque altra indicazione o contestazione riguardante le piastrelle di ceramica, si rimanda alle prescrizioni delle norme UNI vigenti.

40.2.2 Lastre di pietra naturale

Per le lastre di pietra naturale valgono le indicazioni del progetto esecutivo circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione di indicazioni progettuali valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'art. 28. Devono essere, comunque, da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc., per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione dagli agenti atmosferici e altro.

40.2.3 Elementi di metallo o materia plastica

Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto esecutivo.

Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) e alle azioni termogravimetriche saranno quelle prescritte nelle norme UNI in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati, e alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure, in loro mancanza, valgono quelle dichiarate dal fabbricante e accettate dalla direzione dei lavori.

Saranno, inoltre, predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc., le caratteristiche di resistenza all'usura, ai mutamenti di colore, ecc., saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione e produzione di rumore, tenuto anche conto dei sistemi di fissaggio al supporto.

40.2.4 Lastre di cartongesso

Il cartongesso è un materiale costituito da uno strato di gesso racchiuso tra due fogli di cartone speciale resistente e aderente.

In cartongesso si possono eseguire controsoffitti piani o sagomati, pareti divisorie che permettono l'alloggiamento di impianti tecnici e l'inserimento di materiali termo-acustici. Queste opere possono essere in classe 1 o classe 0 di reazione al fuoco, e anche REI 60'/ 90'/ 120'di resistenza al fuoco.

Il prodotto in lastre deve essere fissato con viti autofilettanti ad una struttura metallica in lamiera di acciaio zincato. Nel caso di contropareti, invece, deve essere fissato direttamente sulla parete esistente con colla e tasselli, e le giunzioni devono essere sigillate e rasate con appositi materiali.

Per i requisiti d'accettazione si rinvia all'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

40.2.5 *Lastre di fibrocemento ecologico*

Il fibrocemento ecologico è composto da cemento e fibre organiche stabilizzate. I prodotti in fibrocemento vengono ottenuti da una miscela composta da cemento, acqua, silice, cellulosa, fibre sintetiche. Si riportano le seguenti percentuali indicative di composizione:

- 40% legante (cemento Portland);
- 30% aria (pori);
- 12% acqua;
- 11% additivi (polvere calcarea, fibrocemento in polvere);
- 5% fibre di processo (cellulosa);
- % fibre di rinforzo (sintetiche organiche, alcool polivinilico, poliacrilonitrile).

Nell'impasto deve essere impiegato cemento Portland a granulometria fine, che abbia come caratteristiche indurimento rapido e presa lenta. Le varie fibre devono essere preparate e trattate con lo scopo di renderle il più possibile stabili.

Il prodotto deve essere indeformabile, flessibile, robusto e incombustibile, resistere a severe condizioni climatiche, agli urti e ad elevati sovraccarichi.

Per la posa in opera di lastre di fibrocemento ecologico ondulate si rimanda alle prescrizioni sui prodotti per coperture discontinue. Le lastre per coperture possono essere di diverso tipo:

- lastre piane;
- lastre ondulate rette;
- lastre ondulate curve;
- lastre a greca.

Le lastre in fibrocemento ecologico per essere accettate devono possedere le seguenti caratteristiche:

- incombustibilità;
- elevata resistenza meccanica;
- indeformabilità;
- elasticità e grande lavorabilità;
- fonoassorbente;
- inputrescibilità e inattaccabilità da parte di funghi e parassiti;
- impermeabilità all'acqua;
- permeabilità al vapore;
- elevata resistenza ai cicli gelo/disgelo;
- leggerezza;
- assenza di manutenzione.

40.2.6 *Lastre di calcestruzzo*

Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo sui prodotti di calcestruzzo, con in aggiunta le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) e agli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.

Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima, si devono realizzare opportuni punti di fissaggio e aggancio. Per gli elementi grandi (pannelli prefabbricati) valgono, per quanto applicabili e/o in via orientativa, le prescrizioni dell'articolo sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo.

40.2.7 *Norma di riferimento*

UNI EN 12781 – Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per pannelli di sughero.

40.3 *Prodotti flessibili. Rivestimenti murali*

40.3.1 *Carte da parati*

Le carte da parati devono possedere i seguenti requisiti:

- rispettare le tolleranze dimensionali dell'1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- garantire resistenza meccanica e alla lacerazione (anche nelle condizioni umide di applicazione);
- avere deformazioni dimensionali ad umido limitate;
- resistere alle variazioni di calore e, quando, richiesto avere resistenza ai lavaggi e reazione o resistenza al fuoco adeguate.

Le confezioni devono riportare i segni di riferimento per le sovrapposizioni, allineamenti (o sfalsatura) dei disegni, inversione dei singoli teli, ecc.

40.3.2 Rivestimenti tessili

I rivestimenti tessili per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel punto precedente, avere adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità per la posa a tensione.

40.3.3 Rivestimento ignifugo

I rivestimenti con tessuti in fibra di vetro dovranno essere applicati su qualsiasi supporto, per risolvere problemi relativi ad intonaci irregolari, ruvidi o cavillati. Tali prodotti dovranno possedere una notevole resistenza meccanica agli urti e all'abrasione. Dovranno, inoltre, possedere caratteristiche ignifughe ed essere omologati in classe 1 di reazione al fuoco, ai sensi del D.M. del 26 giugno 1984.

I tessuti vengono incollati sulla superficie trattata con speciali adesivi (escluso quelli appartenenti alla classe 0) e, una volta asciutti, potranno essere tinteggiati con idonei prodotti.

40.3.4 Norme di riferimento

Per qualunque altra indicazione o contestazione si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI EN 233 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche delle carte da parati finite, dei fogli di vinile e dei fogli di plastica;*

UNI EN 234 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per i rivestimenti murali da decorare successivamente;*

UNI EN 235 – *Rivestimenti murali in rotoli. Vocabolario e simboli;*

UNI EN 259 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali per uso intenso;*

UNI EN 266 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali tessili;*

UNI EN 12149 – *Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione della migrazione dei metalli pesanti e di altre sostanze, del cloruro di vinile monomero e del rilascio di formaldeide;*

UNI EN 13085 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero.*

40.4 Prodotti fluidi o in pasta

40.4.1 Intonaci

Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce, cemento, gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed, eventualmente, da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo, oltre alle seguenti proprietà:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- proprietà ignifughe;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto.

Per i prodotti forniti premiscelati è richiesta la rispondenza a norme UNI. Per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9727 – *Prodotti per la pulizia (chimica) di rivestimenti (lapidei e intonaci). Criteri per l'informazione tecnica;*

UNI 9728 – *Prodotti protettivi per rivestimento costituiti da lapidei e intonaci. Criteri per l'informazione tecnica.*

40.4.1.1 Armatura degli intonaci interni

Gli intonaci interni ed esterni per prevenire la formazione di crepe e fessurazioni causate da assestamenti dei supporti sottostanti (mattoni, blocchi alleggeriti o prefabbricati, ecc.) e da agenti esterni dovranno essere armati con rete in fibra di vetro o in polipropilene, nella maglia indicata nei

disegni esecutivi o dalla direzione dei lavori. La rete deve essere chimicamente inattaccabile da tutte le miscele, soprattutto in ambienti chimici aggressivi.

La larghezza della maglia dovrà essere proporzionale alla granulometria degli intonaci. Le maglie più larghe ben si adattano a intonaci più grezzi, quelle più strette agli intonaci fini.

L'applicazione della rete si eseguirà su un primo strato di intonaco ancora fresco, sovrapponendo i teli per circa 10 cm e successivamente all'applicazione di un secondo strato di materiale, avendo cura di annegare completamente la rete.

40.4.2 *Prodotti vernicianti*

I prodotti vernicianti devono essere applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola e hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche, in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV;
- ridurre il passaggio della CO₂;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco;
- avere funzione passivante del ferro;
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli progettuali o, in mancanza, quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

Art. 41. Vernici, smalti, pitture, ecc.

41.1 *Generalità*

I contenitori originali delle vernici e delle pitture devono rimanere sigillati in cantiere fino al momento dell'impiego dei prodotti contenuti. Quando una parte di vernice viene estratta, i contenitori devono essere richiusi con il loro coperchio originale. Lo stato e la sigillatura dei contenitori devono essere sottoposti all'esame del direttore dei lavori. La stessa verifica deve essere attuata al momento dell'apertura dei contenitori, per controllare lo stato delle vernici o delle pitture.

Tutti i prodotti dovranno essere accompagnati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore ai fini della verifica della corretta preparazione e applicazione. Le schede dovranno essere formalmente trasmesse alla direzione dei lavori.

41.2 *Vernici protettive antiruggine*

Le vernici antiruggine su superfici non zincate devono essere a base di zinco, minio oleofenolico o cromato.

41.3 *Smalti*

Gli smalti devono possedere buone caratteristiche di copertura, distensione e adesione, stabilità di colore e resistenza elevata alle condizioni atmosferiche esterne che generalmente possono verificarsi nella zona ove devono essere impiegati.

41.4 Diluenti

I diluenti da impiegarsi devono essere del tipo prescritto dal produttore delle vernici e degli smalti adottati.

In ogni caso, devono essere di tipo e composizione tale da non alterare né sminuire minimamente le caratteristiche del prodotto da diluire.

41.5 Idropitture a base di cemento

Le idropitture a base di cemento devono essere preparate a base di cemento bianco, con l'incorporamento di pigmenti bianchi o colorati in misura non superiore al 10%.

La preparazione della miscela deve essere effettuata secondo le prescrizioni della ditta produttrice, e sempre nei quantitativi utilizzabili entro 30 minuti dalla preparazione stessa.

41.6 Idropitture lavabili

Devono essere a base di resine sintetiche con composizione adatta per gli impieghi specifici, rispettivamente per interno o per esterno.

Trascorsi 15 giorni dall'applicazione, devono essere completamente lavabili senza dar luogo a rammollimenti dello strato, alterazioni della tonalità del colore o altri deterioramenti apprezzabili.

41.7 Latte di calce

Il latte di calce deve essere preparato con grassello di calce dolce mediante la diluizione in acqua limpida sotto continuo rimescolamento. Non è consentito l'impiego di calce idrata. Prima dell'impiego, il latte di calce deve essere lasciato riposare per circa otto ore.

41.8 Tinte a colla e per fissativi

La colla da usarsi per la preparazione delle tinte a colla e per fissativo deve essere a base di acetato di polivinile.

La diluizione deve essere fatta nelle proporzioni suggerite dal produttore.

41.9 Coloranti e colori minerali

I coloranti per la preparazione di tinte a calce o a colla devono essere di natura minerale, cioè formati da ossidi o da sali metallici, sia naturali che artificiali, opportunamente lavorati in modo da ottenere la massima omogeneità e finezza del prodotto.

41.10 Stucchi

Gli stucchi per la regolarizzazione delle superfici da verniciare devono avere composizione tale da permettere la successiva applicazione di prodotti verniciati sintetici. Devono, inoltre, avere consistenza tale da essere facilmente applicabili, aderire perfettamente alla superficie su cui sono applicati, ed essiccare senza dar luogo a screpolature, arricciature o strappi. Dopo l'essiccazione, gli stucchi devono avere durezza adeguata all'impiego cui sono destinati.

41.11 Norme di riferimento

UNI 10997 – Edilizia. Rivestimenti su supporti murari esterni di nuova costruzione con sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura ed impregnazione superficiale. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione;

UNI 8681 – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura e impregnazione superficiale. Criteri generali di classificazione;

UNI 8755 – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di attitudine all'immagazzinamento e all'applicazione;

UNI 8756 – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di identificazione e metodi di prova;

UNI 8757 – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica;

UNI 8758 – Edilizia. Sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica;

- UNI EN 1062-1** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 1: Classificazione;
- UNI EN 1062-3** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Parte 3: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida;
- UNI EN 1062-6** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Determinazione della permeabilità all'anidride carbonica;
- UNI EN 1062-7** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 7: Determinazione delle proprietà di resistenza alla screpolatura;
- UNI EN 1062-11** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Metodi di condizionamento prima delle prove;
- UNI EN 13300** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura all'acqua per pareti e soffitti interni. Classificazione;
- UNI EN 927-1** – Prodotti vernicianti. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Classificazione e selezione;
- UNI EN 927-2** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 2: Specifica delle prestazioni;
- UNI EN 927-3** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 3: Prova d'invecchiamento naturale;
- UNI EN 927-5** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 5: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida;
- UNI EN 927-6** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 6: Esposizione di rivestimenti per legno all'invecchiamento artificiale utilizzando lampade fluorescenti e acqua;
- UNI EN ISO 12944-1** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;
- UNI EN ISO 12944-2** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;
- UNI EN ISO 12944-3** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Considerazioni sulla progettazione;
- UNI EN ISO 12944-4** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Tipi di superficie e loro preparazione;
- UNI EN ISO 12944-5** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva;
- UNI 10527** – Prodotti vernicianti. Preparazione dei supporti di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti simili. Prove per valutare la pulizia delle superfici. Prova in campo per prodotti solubili di corrosione del ferro;
- UNI 10560** – Prodotti vernicianti Pitture murali in emulsione per interno. Resistenza al lavaggio. Metodo della spazzola;
- UNI 11272** – Pitture e vernici. Linee guida per la stesura di garanzie tecniche di durata per rivestimenti ottenuti con prodotti vernicianti;
- UNI 8305** – Prodotti vernicianti. Esame preliminare e preparazione dei campioni per il collaudo;
- UNI 8405** – Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del colore in massa dei pigmenti;
- UNI 8406** – Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del tono in diluizione e del potere colorante dei pigmenti;
- UNI 8901** – Prodotti vernicianti. Determinazione della resistenza all'urto.

Art. 42. Sigillanti, adesivi e geotessili

42.1 Sigillanti

Si definiscono *sigillanti* i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc. Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, i sigillanti si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;

- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI ISO 11600 – *Edilizia. Sigillanti. Classificazione e requisiti.*

42.2 Adesivi

Si definiscono *adesivi* i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc., dovute all'ambiente e alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti, o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- proprietà meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

42.2.1 Adesivi per piastrelle

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente, aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto, fino ad ottenere un impasto omogeneo (ovvero senza grumi), che, prima dell'impiego, deve essere lasciato a riposo per qualche minuto.

Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.

Dovrà essere evitata l'applicazione del prodotto su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo. Si dovrà, inoltre, proteggere il prodotto dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5°C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

Il prodotto dovrà possedere i seguenti parametri meccanici:

- resistenza a compressione (N/mm²): 7,5;
- resistenza a flessione (N/mm²): 2;
- resistenza allo strappo (adesione) (N/mm²): 0,8.

42.2.1.1 Norme di riferimento

UNI EN 12002 – *Adesivi per piastrelle. Determinazione della deformazione trasversale di adesivi sigillanti e cementizi;*

UNI EN 12003 – *Adesivi per piastrelle. Determinazione della resistenza al taglio degli adesivi reattivi con resina;*

UNI EN 12004 – *Adesivi per piastrelle. Requisiti, valutazione di conformità, classificazione e designazione;*

UNI EN 12808-1 – *Adesivi e sigillanti per piastrelle. Determinazione della resistenza chimica di malte reattive con resina;*

UNI EN 1323 – *Adesivi per piastrelle. Lastra di calcestruzzo per le prove;*

UNI EN 1324 – *Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'adesione mediante sollecitazione al taglio di adesivi in dispersione;*

UNI EN 1308 – *Adesivi per piastrelle. Determinazione dello scorrimento;*

UNI EN 1346 – *Adesivi per piastrelle. Determinazione del tempo aperto;*

UNI EN 1347 – *Adesivi per piastrelle. Determinazione del potere bagnante;*

UNI EN 1348 – *Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'aderenza mediante trazione su adesivi cementizi.*

42.2.2 *Adesivi per rivestimenti ceramici*

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente, aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto, fino ad ottenere un impasto omogeneo (ovvero senza grumi), che, prima dell'impiego, deve essere lasciato a riposo per qualche minuto.

Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.

Dovrà essere evitata l'applicazione del prodotto su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo. Si dovrà, inoltre, proteggere il prodotto dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5°C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 10110 – *Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del potere di ritenzione d'acqua della pasta;*

UNI 10111 – *Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione della granulometria della polvere;*

UNI EN 1245 – *Adesivi - Determinazione del pH. Metodo di prova;*

UNI 10113 – *Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del residuo secco;*

UNI 9446 – *Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici.*

42.2.3 *Metodi di prova*

In luogo delle certificazioni di prova, l'appaltatore potrà fornire la certificazione rilasciata dal produttore previa accettazione della direzione dei lavori.

I metodi di prova sui requisiti degli adesivi dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

UNI EN 828 – *Adesivi. Bagnabilità. Determinazione mediante misurazione dell'angolo di contatto e della tensione superficiale critica della superficie solida;*

UNI EN ISO 15605 – *Adesivi. Campionamento;*

UNI EN 924 – *Adesivi. Adesivi con e senza solvente. Determinazione del punto di infiammabilità;*

UNI EN 1067 – *Adesivi. Esame e preparazione di campioni per le prove;*

UNI EN 1465 – *Adesivi. Determinazione della resistenza al taglio per trazione di assemblaggi a due substrati rigidi incollati;*

UNI EN 1841 – *Adesivi. Metodi di prova degli adesivi per rivestimenti di pavimentazione e pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali di un rivestimento per pavimentazione in linoleum a contatto con un adesivo;*

UNI EN 12092 – *Adesivi. Determinazione della viscosità;*

UNI 9059 – *Adesivi. Determinazione del tempo di gelificazione di resine ureiche;*

UNI EN 1238 – *Adesivi. Determinazione del punto di rammollimento di adesivi termoplastici (metodo biglia e anello);*

UNI 9446 – *Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici;*

UNI EN 1721 – *Adesivi per carta e cartone, imballaggio e prodotti sanitari monouso. Misurazione dell'adesività di prodotti autoadesivi. Determinazione dell'adesività mediante una sfera rotolante;*

UNI 9591 – *Adesivi. Determinazione della resistenza al distacco (peeling) a caldo di un adesivo per incollaggio di policloruro di vinile (PVC) su legno;*

UNI 9594 – *Adesivi. Determinazione del tempo aperto massimo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione;*

UNI 9595 – *Adesivi. Determinazione della rapidità di presa a freddo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione;*

UNI 9752 – *Adesivi. Determinazione del potere bagnante di un adesivo mediante la misura dell'angolo di contatto;*

UNI EN 26922 – *Adesivi. Determinazione della resistenza alla trazione dei giunti di testa;*

UNI EN 28510-1 – Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 90°;

UNI EN 28510-2 – Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 180°;

UNI EN ISO 9142 – Adesivi. Guida alla selezione di condizioni normalizzate di laboratorio per prove di invecchiamento di giunti incollati;

UNI EN ISO 9653 – Adesivi. Metodo di prova per la resistenza al taglio di giunti adesivi.

42.3 Geotessili

Si definiscono *geotessili* i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) e in coperture. La natura del polimero costituente è (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura), chimico (impregnazione), oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

I geotessili sono caratterizzati da:

- filamento continuo (o da fiocco);
- trattamento legante meccanico (o chimico o termico);
- peso unitario di

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI di cui al successivo punto e/o è in possesso di attestato di conformità. In loro mancanza, valgono i valori dichiarati dal produttore e accettati dalla direzione dei lavori.

42.3.1 Geotessili. Norme di riferimento

Quando non è specificato nel progetto esecutivo, i geotessili devono essere rispondenti alle seguenti norme:

UNI EN ISO 13433 – Geosintetici. Prova di punzonamento dinamico (prova di caduta del cono);

UNI EN ISO 9863-2 – Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite. Procedura per la determinazione dello spessore dei singoli strati di prodotti multistrato;

UNI EN ISO 10319 – Geotessili. Prova di trazione a banda larga;

UNI EN ISO 10321 – Geosintetici. Prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture;

UNI EN 12447 – Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'idrolisi;

UNI EN 12224 – Geotessili e prodotti affini. Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici;

UNI EN 12225 – Geotessili e prodotti affini. Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interrimento;

UNI EN 12226 – Geotessili e prodotti affini. Prove generali per valutazioni successive a prove di durabilità;

UNI EN ISO 12236 – Geotessili e prodotti affini. Prova di punzonamento statico (metodo CBR);

UNI EN ISO 13438 – Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione.

42.3.2 Nontessuti. Norme di riferimento

Per quanto non espressamente indicato per i nontessuti si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI EN 29092 – Tessili. Nontessuti. Definizione.

UNI 8279-1 – Nontessuti. Metodi di prova. Campionamento;

UNI 8279-3 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della permeabilità all'aria;

UNI 8279-4 – Nontessuti. Metodi di prova. Prova di trazione (metodo di Grab);

UNI EN ISO 9073-2 – Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione dello spessore;

UNI EN ISO 9073-6 – Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Parte 6: Assorbimento;

UNI 8279-11 – Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla perforazione con il metodo della sfera;

- UNI 8279-12** – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della variazione dimensionale a caldo;*
UNI 8279-13 – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del coefficiente di permeabilità radiale all'acqua;*
UNI 8279-14 – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al punzonamento e della deformazione a rottura (metodo della penetrazione);*
UNI SPERIMENTALE 8279-16 – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del tempo di assorbimento di acqua (metodo della goccia);*
UNI 8279-17 – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della stabilità agli agenti atmosferici artificiali;*
UNI EN 29073-1 – *Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della massa areica;*
UNI EN 29073-3 – *Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della resistenza a trazione e dell'allungamento.*

Art. 43. Prodotti e materiali per partizioni interne e pareti esterne

43.1 Definizioni

Le partizioni interne ed esterne dell'edificio con riferimento alla norma **UNI 8290-1** si possono classificare in tre livelli:

- partizioni interne verticali:
 - pareti interne verticali;
 - infissi interni verticali;
 - elementi di protezione.
- partizioni interne orizzontali:
 - solai;
 - soppalchi;
 - infissi interni orizzontali.
- partizioni interne inclinate:
 - scale interne;
 - rampe interne.

Le partizioni esterne dell'edificio si possono classificare in:

- partizione interne verticali:
 - elementi di protezione;
 - elementi di separazione.
- partizioni esterne orizzontali:
 - balconi/logge;
 - passerelle.
- partizioni esterne inclinate:
 - scale esterne;
 - rampe interne.

Il direttore dei lavori, ai fini dell'accettazione dei materiali per la realizzazione dei i principali strati funzionali di queste parti di edificio, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione, si intende che la procedura di prelievo dei campioni, le modalità di prova e valutazione dei risultati, sono quelli indicati nelle norme UNI, e, in mancanza di questi, quelli descritti nella letteratura tecnica.

43.1.1 Pareti interne verticali

Le pareti interne verticali possono essere costituite da strutture continue, rigide e opache, oppure da elementi trasparenti; inoltre, possono essere fisse o spostabili. Le pareti devono supportare gli infissi interni, quali porte, sportelli, sopraluci, ecc. Le pareti verticali possono essere costituite dai seguenti componenti:

- elemento di parete (muratura, pannello ecc.), costituito da uno o più strati;
- zoccolino battiscopa (gres, plastica, legno ecc.), elemento di raccordo tra la parete e il pavimento;
- giunto laterale verticale, elemento di raccordo con la struttura portante;
- giunto superiore orizzontale, elemento di raccordo con il solaio superiore;

- giunto inferiore orizzontale, elemento di raccordo con il solaio inferiore;
- sopralzo, elemento di parete collocato ad altezza superiore a quella delle porte;
- fascia di aggiustaggio, superiore o laterale, elemento con funzioni di raccordo rispetto alle strutture, alle partizioni o agli elementi tecnici;
- infisso interno verticale (porta, passacarte, sportello, sopraluce, sovrapporta, telaio vetrato).

Le pareti interne devono possedere i seguenti requisiti:

- spessore totale compreso rifiniture:cm;
- isolamento termico:k;
- isolamento acustico: dB;
- resistenza al fuoco:REI:;
- reazione al fuoco: classe:

43.1.2 Norme di riferimento

UNI 8087 – Edilizia residenziale. Partizioni interne verticali. Analisi dei requisiti;

UNI PROVVISORIA 9269 – Pareti verticali. Prova di resistenza agli urti.

UNI 8290-1 – Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia;

UNI 8290-2 – Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti;

UNI 8290-3 – Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi degli agenti;

UNI 7960 – Edilizia residenziale. Partizioni interne. Terminologia;

UNI 8326 – Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prove di resistenza ai carichi sospesi;

UNI 8327 – Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza al calore per irraggiamento;

UNI 10700 – Partizioni interne. Pareti interne mobili. Terminologia e classificazione;

UNI 10815 – Pareti interne mobili. Attrezzabilità per impianti tecnici. Criteri generali;

UNI 10816 – Pareti interne mobili. Attrezzabilità con equipaggiamenti di servizio. Criteri generali;

UNI 10817 – Pareti interne mobili. Collegamenti di messa a terra. Requisiti e verifica;

UNI 10820 – Partizioni interne. Pareti interne mobili. Analisi dei requisiti;

UNI 10879 – Pareti interne mobili. Prova di resistenza ai carichi sospesi e orizzontali;

UNI 10880 – Pareti interne mobili. Requisiti e metodi di prova di resistenza agli urti;

UNI 11004 – Partizioni interne. Pareti interne mobili. Tipologie significative per la determinazione del potere fono-isolante;

UNI 8201 – Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza agli urti da corpo molle e duro;

UNI 8326 – Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prove di resistenza ai carichi sospesi;

UNI 8327 – Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza al calore per irraggiamento;

UNI EN 13084-6 – Camini strutturalmente indipendenti. Parte 6: Pareti interne di acciaio. Progettazione e costruzione;

UNI EN 13084-7 – Camini strutturalmente indipendenti. Parte 7: Specifiche di prodotto applicabili ad elementi cilindrici di acciaio da utilizzare per camini di acciaio a parete singola e per pareti interne di acciaio;

UNI EN 438-7 – Laminati decorativi ad alta pressione (HPL). Pannelli a base di resine termoidurenti (generalmente chiamati laminati). Parte 7: Laminati stratificati e pannelli compositi HPL per applicazioni su pareti interne ed esterne e su soffitti;

UNI EN 594 – Strutture di legno. Metodi di prova. Resistenza rigidità di piastra di pannelli per pareti con telaio di legno;

UNI EN 596 – Strutture di legno. Metodi di prova. Prova di impatto con un corpo morbido su pareti con telaio di legno;

UNI 10386 – Materie plastiche cellulari rigide. Pannelli compositi con anima di poliuretano espanso rigido e paramenti rigidi per coperture, pareti perimetrali verticali esterne e di partizione interna. Tipi, requisiti e prove.

43.2 Prodotti a base di laterizio, di calcestruzzo alleggerito, ecc.

I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni, devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e, a loro completamento, alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale o alleggerito devono rispondere alla norma **UNI EN 771-1**;
 - gli elementi di calcestruzzo alleggerito, $1200 \text{ kg/m}^3 \leq \rho \leq 1400 \text{ kg/m}^3$, devono rispondere alla norma **UNI EN 771-3**;
 - gli elementi di silicato di calcio devono rispondere alla norma **UNI EN 771-2**;
 - gli elementi di pietra naturale devono rispondere alla norma **UNI EN 771-6**;
 - gli elementi di pietra agglomerata devono rispondere alla norma **UNI EN 771-5**.
- L'appaltatore, per ogni prodotto da impiegare, deve fornire alla direzione dei lavori le schede tecniche rilasciate dal produttore.

43.2.1 Norme di riferimento

- UNI EN 771-1** – Specifica per elementi per muratura. Parte 1: Elementi per muratura di laterizio;
- UNI EN 771-2** – Specifica per elementi di muratura. Parte 2: Elementi di muratura di silicato di calcio;
- UNI EN 771-3** – Specifica per elementi di muratura. Parte 3: Elementi per muratura di calcestruzzo vibrocompreso (aggregati pesanti e leggeri);
- UNI EN 771-4** – Specifica per elementi di muratura. Parte 4: Elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato;
- UNI EN 771-5** – Specifica per elementi di muratura. Parte 5: Elementi per muratura di pietra agglomerata;
- UNI EN 771-6** – Specifica per elementi di muratura. Parte 6: Elementi di muratura di pietra naturale.

43.2.2 Isolamento acustico dei divisori

L'isolamento acustico dei divisori in laterizio deve essere assicurato mediante:

- rivestimento esterno con apposito pannello dello spessore non inferiore a, nel rispetto del D.P.C.M. 5 dicembre 1997. I pannelli devono essere applicati a secco e fissati con tasselli ad espansione, in ragione di almeno quattro tasselli per metro quadrato. Il rivestimento esterno deve essere in lastre di cartongesso;
- isolamento in intercapedine con prodotto in lana di legno di abete mineralizzata legata con cemento Portland e rivestimento esterno in lastre di cartongesso.

43.3 Prodotti e componenti per facciate continue

I prodotti e i componenti per facciate continue dovranno rispondere, oltreché alle prescrizioni del progetto esecutivo, anche alle seguenti ulteriori prescrizioni:

- gli elementi dell'ossatura devono possedere caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle di progetto, in modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, ecc.) alla struttura portante, resistere alle corrosioni e azioni chimiche dell'ambiente esterno e interno;
- gli elementi di tamponamento (vetri, pannelli, ecc.) devono essere fissati alle strutture portanti, in modo resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, pioggia, urti, ecc.), termoisometriche dell'ambiente esterno e chimiche degli agenti inquinanti;
- le parti apribili e i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte stabilite in questo capitolato speciale;
- i rivestimenti ceramici e simili devono essere inassorbenti e resistenti all'usura, all'abrasione, agli attacchi chimici e alla flessione. Devono, inoltre, essere di facile pulizia e manutenzione;
- le soluzioni costruttive dei giunti devono completare e integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

L'appaltatore, per ogni prodotto da impiegare, deve fornire alla direzione dei lavori le schede tecniche rilasciate dal produttore.

43.4 Prodotti a base di cartongesso

I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e, in mancanza, alle prescrizioni seguenti:

- spessore con tolleranza di $\pm 0,5 \text{ mm}$;
- lunghezza e larghezza con tolleranza di $\pm 2 \text{ mm}$;

- resistenza all'impronta, all'urto e alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio);
- basso assorbimento d'acqua;
- bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore);
- resistenza all'incendio dichiarata;
- isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto esecutivo e, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore e approvati dalla direzione dei lavori.

43.5 *Blocchi di gesso*

I blocchi in gesso pieni o forati per la formazione di pareti verticali per evitare in futuro rigonfiamenti e danni dovuti all'elevata umidità relativa o al contatto con acqua, devono essere collocati previa predisposizione di una guaina impermeabile collocata a livello del pavimento al fine di evitare la risalita dell'umidità.

In mancanza di norme italiane specifiche si potrà fare riferimento alla norma **DIN 18163**.

In cantiere, il materiale deve essere appoggiato a pavimento, sempre in piano, al coperto o sotto un telo di plastica.

Art. 44. Impermeabilizzazioni e coperture piane

44.1 *Generalità*

I prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane sono sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo o a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo o a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI 8178 – *Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.*

44.2 *Classificazione delle membrane*

Le membrane si classificano in base:

- al materiale componente, per esempio:
 - bitume ossidato fillerizzato;
 - bitume polimero elastomero;
 - bitume polimero plastomero;
 - etilene propilene diene;
 - etilene vinil acetato, ecc.
- al materiale di armatura inserito nella membrana, per esempio:
 - armatura vetro velo;
 - armatura poliammide tessuto;
 - armatura polipropilene film;
 - armatura alluminio foglio sottile, ecc.
- al materiale di finitura della faccia superiore, per esempio:
 - poliestere film da non asportare;
 - polietilene film da non asportare;
 - graniglie, ecc.
- al materiale di finitura della faccia inferiore, per esempio:
 - poliestere non tessuto;
 - sughero;
 - alluminio foglio sottile, ecc.

44.3 *Prodotti forniti in contenitori*

I prodotti forniti in contenitori possono essere:

- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- asfalti colati;
- malte asfaltiche;

- prodotti termoplastici;
- soluzioni in solvente di bitume;
- emulsioni acquose di bitume;
- prodotti a base di polimeri organici.

Il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura. In ogni caso, l'appaltatore dovrà consegnare l'attestato di conformità della fornitura.

Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (per esempio: strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.), devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza, alla norma **UNI 8178**.

44.4 Membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore sono le seguenti (norme **UNI 9380-1** e **UNI 9380-2**):

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- giunzioni resistenti a trazione e impermeabili all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9380-1 – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per strato di barriera e/o schermo al vapore;

UNI 9380-2 – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per strato di barriera e/o schermo al vapore;

UNI 8629-1 – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Caratteristiche prestazionali e loro significatività;

UNI 8629-2 – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per elemento di tenuta;

UNI 8629-3 – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPE per elemento di tenuta;

UNI 8629-4 – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione per tipi EPDM e IIR per elementi di tenuta;

UNI 8629-5 – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta;

UNI 8629-6 – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi a base di PVC plastificato per elementi di tenuta;

UNI 8629-7 – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta;

UNI 8629-8 – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per elemento di tenuta.

44.5 Membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante, sono le seguenti (norma **UNI 9168**):

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;

- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori. Le membrane rispondenti alle norme **UNI 9380** (varie parti) e **UNI 8629** (varie parti) per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

44.6 Membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria

I prodotti non normati devono essere conformi ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

Le membrane rispondenti alle norme **UNI 9380** e **UNI 8629** per le caratteristiche precitate sono valide anche per formare gli strati di tenuta all'aria.

In particolare, dovranno essere controllati i seguenti parametri:

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- giunzioni resistenti alla trazione e alla permeabilità all'aria.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9168-1 – Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi con armatura cartafeltro o vetro velo;

UNI 9168-2 – Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi BOF.

44.7 Membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua sono le seguenti (norma **UNI 8629**, varie parti):

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria e in acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- giunzioni resistenti a trazione e impermeabili all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

44.8 Membrane destinate a formare strati di protezione

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati di protezione sono le seguenti (norma **UNI 8629**, varie parti):

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;

- invecchiamento termico in aria;
- giunzioni resistenti a trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

44.9 Membrane a base di elastomeri e di plastomeri

44.9.1 Tipologie

I tipi di membrane base di elastomeri e di plastomeri sono:

- membrane in materiale elastomerico senza armatura (si definisce *materiale elastomerico* un materiale che sia fondamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata);
- membrane in materiale elastomerico dotate di armatura (si definisce *materiale elastomerico* un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego, ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate);
- membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura;
- membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);
- membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura;
- membrane polimeriche accoppiate (membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta. In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore).

44.9.2 Classi di utilizzo

Le classi di utilizzo delle membrane base di elastomeri e di plastomeri sono le seguenti:

- classe A: membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio bacini, dighe, sbarramenti, ecc.);
- classe B: membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio canali, acquedotti, ecc.);
- classe C: membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.);
- classe D: membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce;
- classe E: membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.);
- classe F: membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi.

44.9.3 Accettazione

Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri devono rispettare le caratteristiche previste dalle varie parti della norma **UNI 8898**, anche se attualmente ritirata senza sostituzione.

44.10 Prodotti forniti sotto forma di liquidi o paste

I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana), a seconda del materiale costituente, devono rispondere alle caratteristiche e ai i valori di limiti di riferimento normalmente

applicati. Quando non sono riportati limiti, si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettati dalla direzione dei lavori.

44.10.1 Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni

I bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per i diversi tipi, alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI 4157 – *Edilizia. Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni. Campionamento e limiti di accettazione;*

UNI SPERIMENTALE 4163 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Bitumi da spalmatura. Determinazione dell'indice di penetrazione dei bitumi.*

Tabella 36.1 - Caratteristiche dei bitumi da spalmatura

Indicazione per la designazione	Penetrazione a 25°C [dmm/min]	Punto di rammollimento (palla anello °C/min)
0	40	55
15	35	65
25	20	80

44.10.2 Malte asfaltiche

Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alle seguenti norme:

UNI 5660 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Caratteristiche e prelievo dei campioni;*

UNI 5661 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo palla-anello;*

UNI 5662 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione dello scorrimento su piano inclinato;*

UNI 5663 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione della fragilità (punto di rottura);*

UNI 5664 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua;*

UNI 5665 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Trattamento di termo-ossidazione.*

44.10.3 Asfalti colati

Gli asfalti colati per impermeabilizzazione devono rispondere alle seguenti norme:

UNI 5654 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Caratteristiche e prelievo dei campioni;*

UNI 5655 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo palla-anello (ritirata senza sostituzione);*

UNI 5656 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione dello scorrimento su piano inclinato;*

UNI 5657 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione della fragilità a freddo;*

UNI 5658 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua;*

UNI 5659 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Trattamento di termo-ossidazione.*

44.10.4 Mastice di rocce asfaltiche

Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla seguente norma:

UNI 4377 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di rocce asfaltiche per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati.*

44.10.5 Mastice di asfalto sintetico

Il mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alle seguenti norme:

UNI 4378 – *Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati;*

UNI 4379 – Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione dell'impronta nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici (ritirata senza sostituzione);

UNI 4380 – Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione delle sostanze solubili in solfuro di carbonio presenti nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;

UNI 4381 – Impermeabilizzazione delle coperture. Estrazione del bitume dai mastici di rocce asfaltiche e dai mastici di asfalto sintetici;

UNI 4382 – Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione degli asfalteni presenti nei bitumi contenuti nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;

UNI 4383 – Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione dei carbonati presenti nel materiale minerale;

UNI 4384 – Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione delle sostanze insolubili in acido cloridrico presenti nel materiale minerale contenuto nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;

UNI 4385 – Impermeabilizzazione delle coperture. Controllo granulometrico del materiale minerale contenuto nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici.

44.10.6 Prodotti fluidi o in pasta a base di polimeri organici

I prodotti fluidi o in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanic, epossipoliuretanic, eossi-catrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati), devono essere valutate in base alle caratteristiche e ai limiti di riferimento normalmente applicati. Quando non sono riportati limiti, si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettati dalla direzione dei lavori.

Le caratteristiche identificative del prodotto in barattolo (prima dell'applicazione) sono le seguenti:

- viscosità in: minimo misurata secondo
- massa volumica kg/dm³: minimo; massimo, misurata secondo
- contenuto di non volatile % in massa: minimo, misurato secondo
- punto di infiammabilità: minimo %, misurato secondo
- contenuto di ceneri: massimo..... g/kg, misurato secondo
-

Per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.

Le caratteristiche di comportamento da verificare in sito o su campioni significativi di quanto realizzati in sito sono le seguenti:

- spessore dello strato finale in relazione al quantitativo applicato per ogni metro quadrato: minimo mm, misurato secondo
- valore dell'allungamento a rottura: minimo %, misurato secondo
- resistenza al punzonamento statico: minimoN, misurato secondo
- resistenza al punzonamento dinamico: minimoN, misurato secondo
- stabilità dimensionale a seguito di azione termica e variazione dimensionale massima in %, misurate secondo
- impermeabilità all'acqua: minima pressione dikPa, misurata secondo
- comportamento all'acqua: variazione di massa massima in%, misurata secondo
- invecchiamento termico in aria a 70°C e variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il trattamento: massimo°C, misurati secondo
- invecchiamento termico in acqua e variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il trattamento: massimo°C, misurati secondo
-

Per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.

44.11 Rinforzo di guaine liquide a base di resine acriliche ed epoxibituminose

Le guaine liquide a base di resine acriliche ed epoxibituminose e le malte impermeabilizzanti dovranno essere rinforzate con l'applicazione di reti in fibra di vetro.

Per superfici irregolari o inclinate, l'uso di reti realizzate con speciali filati voluminizzati assicura un maggiore assorbimento di resina, evitando fenomeni di gocciolatura e garantendo l'omogeneità

della distribuzione del prodotto. Sul prodotto impermeabilizzante appena applicato, dovrà essere posata la rete ben tesa, annegandola mediante spatola, rullo o pennello, avendo cura di sovrapporre i teli per almeno 10 cm evitando la formazione di bolle e piegature.

Art. 45. Vetri

45.1 Generalità

Si definiscono *prodotti di vetro* quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro. Essi si dividono nelle seguenti principali categorie:

- lastre piane;
- vetri pressati;
- prodotti di seconda lavorazione.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi, si fa riferimento alle norme UNI. Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrazioni e ai serramenti.

45.2 Campioni

L'appaltatore dovrà fornire almeno due campioni di ciascun tipo di vetro da impiegare. Tali campioni dovranno essere approvati dalla direzione dei lavori, che può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

45.3 Prescrizioni di carattere particolare

I tipi di vetro, la composizione e le dimensioni delle lastre, sono indicate sui disegni progettuali esecutivi.

Per ogni tipo di vetrata l'appaltatore dovrà precisare i seguenti dati caratteristici:

- percentuale di trasmissione della luce solare dall'esterno verso l'interno, percepita dall'occhio umano;
- percentuale dell'energia solare riflessa direttamente all'esterno;
- fattore solare;
- coefficiente globale medio di trasmissione termica.

Per le vetrate con intercapedine, si richiede una dettagliata relazione sulla composizione del giunto proposto, in funzione dello stress termico che interviene sulle lastre parzialmente soleggiate e sulle deformazioni prevedibili.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 7143 – *Vetri piani. Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve;*

UNI 6534-74 – *Vetrazioni in opere edilizie. Progettazione, materiali e posa in opera;*

UNI 7143-72 – *Vetri piani. Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve;*

UNI 7697 – *Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie.*

45.4 Vetri piani di vetro di silicato sodio-calcico

45.4.1 Vetri grezzi

I vetri piani grezzi sono quelli colati e laminati grezzi e anche cristalli grezzi traslucidi e incolori, cosiddetti *bianchi*, eventualmente armati.

45.4.2 Vetri piani lucidi tirati

I vetri piani lucidi tirati sono quelli incolori ottenuti per tiratura meccanica della massa fusa, che presenta sulle due facce, naturalmente lucide, ondulazioni più o meno accentuate, non avendo subito lavorazioni di superficie.

45.4.3 Vetri piani trasparenti float

I vetri piani trasparenti float sono quelli chiari o colorati ottenuti per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.

45.4.4 Norme di riferimento

UNI EN 572-1 – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Definizione e proprietà generali fisiche e meccaniche;*

UNI EN 572-2 – *Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico. Parte 2: Vetro float;*

UNI EN 572-5 – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro stampato;*

UNI EN 572-4 – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro tirato;*

UNI EN 572-7 – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro profilato armato e non armato;*

UNI EN 12150-1 – *Vetro per edilizia. Vetro di silicato sodo-calcico di sicurezza temprato termicamente. Definizione e descrizione;*

UNI EN 12150-2 – *Vetro per edilizia. Vetro di silicato sodo-calcico di sicurezza temprato termicamente. Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto.*

45.5 Vetri di sicurezza

45.5.1 Vetri piani temprati

I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti. Riguardo alle dimensioni e alle relative tolleranze, ai metodi di prova e ai limiti di accettazione dei vetri piani temprati da usare nell'edilizia, si rinvia alla norma **UNI 7142**. La norma si applica ai vetri piani in lastre monolitiche temprate termicamente nelle loro dimensioni e forme d'impiego (si veda la norma **UNI EN 572-1**). La norma non considera i vetri temprati chimicamente. I vetri temprati non sono consigliati per impieghi ove ci sia pericolo di caduta nel vuoto.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI 7142 – *Vetri piani. Vetri temprati per edilizia e arredamento.*

45.5.2 Vetri piani stratificati

I vetri piani stratificati sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie. L'elemento intercalare può anche fornire prestazioni aggiuntive al prodotto finito, per esempio resistenza agli urti, resistenza al fuoco, controllo solare, isolamento acustico.

Lo spessore complessivo della lastra di vetro varia in base al numero e allo spessore delle lastre costituenti, compreso lo spessore intercalare. Gli intercalari possono essere:

- chiari o colorati;
- trasparenti, traslucidi o opachi;
- rivestiti.

Riguardo alla composizione, possono differire per:

- composizione e tipo di materiale;
- caratteristiche meccaniche;
- caratteristiche ottiche.

I vetri stratificati, in base alla loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche, si dividono in:

- stratificati per sicurezza semplice;
- stratificati antivandalismo;
- stratificati anticrimine;
- stratificati antiproiettile.

I prodotti o fogli intercalari devono rispondere alle norme eventuali vigenti per lo specifico prodotto.

Per le altre caratteristiche si deve fare riferimento alle norme seguenti:

- i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma **UNI EN ISO 12543-2**;
- i vetri piani stratificati antivandalismo e anticrimine devono rispondere rispettivamente alle norme **UNI EN ISO 12543-2**, **UNI EN 356** e **UNI EN 1063**;
- i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla norma **UNI EN ISO 12543-2**.

NORME DI RIFERIMENTO

- UNI EN ISO 12543-1** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti;*
- UNI EN ISO 12543-2** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza;*
- UNI EN ISO 12543-3** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato;*
- UNI EN ISO 12543-4** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la durabilità;*
- UNI EN ISO 12543-5** – *Vetro per edilizia, Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi;*
- UNI EN ISO 12543-6** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto;*
- UNI EN 356** – *Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza - Prove e classificazione di resistenza contro l'attacco manuale;*
- UNI EN 1063** – *Vetrature di sicurezza. Classificazione e prove di resistenza ai proiettili;*
- UNI EN 12600** – *Prova del pendolo. Metodo della prova di impatto e classificazione per vetro piano;*
- UNI EN 13541** – *Vetro di sicurezza. Prove e classificazione della resistenza alla pressione causata da esplosioni.*

45.5.2.1 Vetro antincendio

I vetri stratificati, con riferimento alle caratteristiche antincendio, possono appartenere ai seguenti tipi:

- vetro stratificato con proprietà di resistenza al fuoco, le cui caratteristiche di resistenza non sono ottenute per mezzo di intercalari che reagiscono alle alte temperature. In generale, nessun tipo di vetro può essere classificato come resistente al fuoco. Quando il vetro viene assemblato in un adeguato telaio, allora l'insieme può essere sottoposto a prova e classificato come resistente al fuoco;
- vetro stratificato resistente al fuoco, in cui almeno un intercalare reagisce ad alta temperatura per dare al prodotto la sua resistenza al fuoco. Questo prodotto può anche contenere vetri di per sé stessi resistenti al fuoco.

Il vetro antincendio di classe REI può essere costituito alternando lastre di vetro a strati di silicato di sodio. In caso d'incendio la lastra di vetro più esterna si rompe per effetto del calore, facendo reagire lo strato successivo di silicato di sodio che va a formare una schiuma densa e compatta in grado di assorbire calore e formare un vero e proprio scudo termico nei confronti della fiamma. L'incremento del numero di strati di vetro e silicato contribuisce ad ottenere tempi di resistenza al fuoco sempre più elevati. Il vetro antincendio può essere applicato a diversi sistemi di intelaiatura costruiti in acciaio o alluminio di caratteristiche:

La classe REI del vetro impiegato deve garantire:

- tenuta al fumo;
- tenuta alla fiamma;
- mantenimento di una temperatura bassa sulla superficie del vetro opposta alla fiamma;
- efficiente isolamento termico in caso di incendio.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 357 – *Vetro in edilizia. Elementi vetrificati resistenti al fuoco comprendenti prodotti di vetro trasparenti o traslucidi. Classificazione della resistenza al fuoco;*

UNI EN 1634-1 – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili.*

45.5.3 Vetro retinato

Il vetro retinato si ottiene per colata e laminazione di vetro fuso, nel quale è immersa una rete di acciaio. Esso ha caratteristiche antieffrazione e di sicurezza, e viene utilizzato generalmente per opere edili nelle quali non necessita la trasparenza assoluta, vista la presenza della rete metallica.

45.5.4 Vetri sicurezza per impianti di ascensore

45.5.4.1 Vetri di sicurezza. Prove

Le prove sulle lastre di vetro di sicurezza sono prescritte dall'art. 14, D.P.R. 29 maggio 1963, n. 1497: Approvazione del regolamento per gli ascensori e i montacarichi in servizio privato.

45.5.4.2 Prova d'urto

La prova deve essere fatta su una lastra di 30 · 30 cm appoggiata sui quattro lati, ai bordi, per larghezza di circa 10 mm, su un telaio di legno.

Sul centro della lastra è lasciata cadere liberamente, dall'altezza di 50 cm, una sfera di acciaio levigato del peso di 0,76 kg. A seguito di tale prova la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile, non deve produrre frammenti acuminati pericolosi che si distacchino dal supporto. La lastra di vetro temperato non deve rompersi.

La prova deve essere ripetuta lasciando cadere la sfera da altezza maggiore. A seguito di tale prova la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile, non deve venire perforata dalla sfera per altezza di caduta fino a 1 m. La lastra di vetro temperato rompendosi deve produrre frammenti minuti, non taglienti.

Le prove devono essere fatte con temperature ambientali comprese fra i 15°C e i 25°C.

45.5.4.3 Prova di flessione

Tale prova deve essere fatta su una lastra delle dimensioni massime previste per l'applicazione, appoggiata sui due lati più corti, ai bordi, per larghezza di circa 20 mm, su appoggi di legno. Su una striscia mediana larga non più di 50 mm parallela agli appoggi, è applicato un carico distribuito di 100 kg per metro lineare per la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile, e di 200 kg per metro lineare per la lastra di vetro temperato. La lastra non deve rompersi né fessurarsi.

Se sono usate lastre di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile con larghezza maggiore di 60 cm, o lastre di vetro temperato con larghezza maggiore di 1m, una lastra per ciascuna partita deve essere sottoposta in fabbrica alla prova di flessione.

45.5.4.4 Applicazione delle lastre di vetro di sicurezza

Le lastre di vetro di sicurezza, salvo le lastre di vetro retinato, devono essere segnate con marchio indelebile.

Nelle porte dei piani, nella cabina e nelle porte della cabina degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere completamente intelaiate.

Nelle protezioni del vano di corsa degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere intelaiate completamente, salvo le lastre di vetro temperato, le quali possono essere fissate su almeno tre lati per mezzo di supporti, di zanche, o simili.

Nelle porte dei piani, nelle pareti e nelle porte della cabina degli ascensori, costituite prevalentemente da lastre di vetro di sicurezza, devono essere applicate protezioni per impedire la caduta di persone nel vano di corsa nel caso di rottura delle lastre. In ogni caso, deve essere applicata almeno una fascia di protezione di materiale resistente, di altezza non minore di 0,15 m dal piano di calpestio, e una sbarra di protezione ad altezza di circa 0,9 m dal piano di calpestio.

Nelle porte dei piani e nelle porte della cabina degli ascensori le cerniere, le maniglie, le serrature e gli altri dispositivi non devono essere applicati alle lastre di vetro di sicurezza.

45.6 Vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera)

I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi o altro, in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 7144 – Vetri piani. Isolamento termico;

UNI EN 12758 – Vetro per edilizia. Vetrazioni e isolamento acustico per via aerea. Descrizioni del prodotto e determinazione delle proprietà;

UNI EN 1279-1 – *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema;*

UNI EN 1279-2 – *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua;*

UNI EN 1279-3 – *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 3: Prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas;*

UNI EN 1279-4 – *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo;*

UNI EN 1279-5 – *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 5: Valutazione della conformità;*

UNI EN 1279-6 – *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche.*

45.7 Vetri piani profilati ad U

I vetri piani profilati ad U sono dei vetri greggi colati, prodotti sotto forma di barre con sezione ad U, con la superficie liscia o lavorata, e traslucida alla visione. I vetri profilati possono essere del tipo ricotto (normale) o temprato, armati o non armati. Le dimensioni sono quelle indicate nel progetto esecutivo. Per le altre caratteristiche valgono le prescrizioni della norma **UNI EN 572-7**, che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione. Il direttore dei lavori deve verificare l'assenza di bolle, onde, graffi o inclusioni. Tali difetti non sono ammessi. Non sono accettabili rotture nel filo metallico o deviazioni superiori a 5 mm per metro. Il vetro profilato armato o non armato conforme alla norma **UNI EN 572-7** deve essere designato indicando rispettivamente quanto segue:

- tipo (vetro armato o non armato);
- colorato (riferimento del fabbricante) o chiaro;
- stampato (riferimento del fabbricante) o no;
- spessore nominale in millimetri;
- larghezza nominale *B* in millimetri;
- altezza nominale dell'aletta *d* in millimetri;
- lunghezza nominale *H* in millimetri;
- riferimento alla norma **UNI EN 572-7**.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 572-7 – *Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodio-calcico. Parte 7: Vetro profilato armato e non armato.*

45.8 Vetri pressati per vetrocemento armato

I vetri pressati per vetrocemento armato possono essere a forma cava o a forma di camera d'aria. La posa in opera deve essere effettuata con malta specifica ad elevata resistenza e a ritiro controllato.

Il vetrocemento può essere impiegato come elemento divisorio per i lucernari, e deve essere percorribile a piedi o con veicoli.

Art. 46. Infissi in legno e in metallo

46.1 Definizioni

Si definiscono *infissi* gli elementi edilizi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti e sostanze liquide o gassose tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Il *serramento*, invece, è definito come l'elemento tecnico con la funzione principale di regolare in modo particolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose, energia, aria ecc.

Essi si dividono in elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili). Gli infissi si dividono, a loro volta, in porte, finestre e schermi.

I meccanismi di apertura e chiusura degli infissi devono essere facilmente manovrabili e percepibili e le parti mobili devono poter essere usate esercitando una lieve pressione.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma **UNI 8369** (varie parti).

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 7895 – *Disegni tecnici. Designazione simbolica del senso di chiusura e delle facce delle porte, finestre e persiane;*

UNI 8369-1 – *Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia;*

UNI 8369-2 – *Edilizia. Pareti perimetrali verticali. Classificazione e terminologia;*

UNI 8369-3 – *Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia dei serramenti esterni verticali;*

UNI 8369-4 – *Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia degli schermi;*

UNI 8369-5 – *Edilizia. Chiusure verticali. Giunto tra pareti perimetrali verticali e infissi esterni. Terminologia e simboli per le dimensioni;*

UNI 8370 – *Edilizia. Serramenti esterni. Classificazione dei movimenti di apertura delle ante.*

46.2 Campioni

L'appaltatore dovrà esibire un campione di ogni tipologia di ogni infisso della fornitura ai fini dell'approvazione da parte della direzione dei lavori.

Il campione di infisso deve essere limitato ad un modulo completo di telaio, parte apribile e cerniere, meccanismi di chiusura, comandi, accessori e guarnizioni. Resta inteso che i manufatti che saranno consegnati in cantiere dovranno essere tassativamente uguali ai campioni approvati dal direttore dei lavori, comprese le anodizzazioni e/o le verniciature.

L'appaltatore deve consegnare l'attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni contrattuali e alle normative vigenti.

46.3 Tipologie dei serramenti di progetto

La tipologia dei serramenti, il sistema di apertura, le dimensioni (in mm) e il meccanismo di chiusura sono quelli indicati nella tabella 38.1.

Tabella 38.1 - Tipologie dei serramenti di progetto

Codice identificativo del serramento (riferimento: abaco dei serramenti)	Dimensioni [mm]	Sistema di apertura	Meccanismo di apertura	Elaborato grafico di riferimento

46.4 Marcatura CE

Il marchio CE non riguarda la posa in opera. L'attestazione obbligatoria deve riguardare almeno i seguenti requisiti (**UNI EN 14351-1**):

- tenuta all'acqua, mediante la prova in laboratorio (norma **UNI EN 1027**);
- permeabilità all'aria, mediante la prova in laboratorio (norma **UNI EN 1026**);
- resistenza al vento, mediante prova in laboratorio (norma **UNI EN 12211**);
- resistenza termica, mediante il procedimento di calcolo indicato dalla norma **UNI EN ISO 10077-1** oppure **10077-2** o in alternativa con la prova in laboratorio (norma **UNI EN ISO 12657-1**);
- prestazione acustica, mediante procedimento di calcolo o, in alternativa, con la prova in laboratorio (norma **UNI EN ISO 140-3**);
- emissione di sostanze dannose verso l'interno del locale;
- resistenza all'urto.

Le tipologie di serramenti più importanti con l'obbligo della marcatura CE sono le seguenti:

- porte per uso esterno ad esclusivo uso dei pedoni (ad una o due ante; con pannelli laterali e/o sopra-luce);
- porte destinate ad uscita di sicurezza con maniglioni antipanico;
- finestre (uso esterno) ad una e due ante (incluso le guarnizioni di tenuta alle intemperie);
- porte finestre (uso esterno) ad una e due ante (incluso le guarnizioni di tenuta alle intemperie);
- finestre scorrevoli orizzontali;
- finestre francesi;
- finestre da tetto con o senza materiali antifiamma;

- porte blindate per uso esterno;
- porte automatiche (con radar) motorizzate;
- tutti i prodotti che possono essere in versione manuale o motorizzata;
- tutti i prodotti che possono essere ciechi, parzialmente o totalmente vetrati;
- tutti i prodotti che possono essere assemblati in due o più unità.

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 14351-1 – *Finestre e porte. Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali. Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo.*

46.5 Documentazione da fornire al direttore dei lavori

L'appaltatore è obbligato a fornire al direttore dei lavori la documentazione rilasciata dal produttore riguardante:

- dichiarazione di conformità a norma dei prodotti forniti;
- istruzioni di installazione del prodotto;
- istruzioni sull'uso e sulla manutenzione dei prodotti;
- marcatura CE.

46.6 *Forme. Luci fisse*

Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate), si intende che comunque devono – nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) – resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento o agli urti, garantire la resistenza al vento e la tenuta all'aria e all'acqua.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

- controllo dei materiali costituenti il telaio, il vetro e gli elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori;
- controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti (in particolare, trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, esatta esecuzione dei giunti, ecc.);
- accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti.

46.7 *Serramenti interni ed esterni*

I serramenti interni ed esterni (finestre, porte-finestre e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate), si intende che comunque devono, nel loro insieme, essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc. Lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.

Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante:

- il controllo dei materiali che costituiscono l'anta e il telaio, i loro trattamenti preservanti e i rivestimenti;
- il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti e degli accessori;
- il controllo delle caratteristiche costruttive (in particolare, dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti e connessioni realizzate meccanicamente – viti, bulloni, ecc. – e per aderenza – colle, adesivi, ecc. – e, comunque, delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, sulla tenuta all'acqua, all'aria, al vento e sulle altre prestazioni richieste.

Gli infissi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

– finestre:

- isolamento acustico:
- tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento (misurata secondo la norma **UNI EN 1027**): classi, e
- resistenza meccanica (misurata secondo le norme **UNI 9158** e **UNI EN 107**):
-

– porte interne:

- tolleranze dimensionali:
- spessore: (misurato secondo la norma **UNI EN 951**);
- planarità: (misurata secondo la norma **UNI EN 952**);
- resistenza all'urto corpo molle (misurata secondo la norma **UNI 8200**):
- corpo d'urto: kg;
- altezza di caduta: cm;
- resistenza al fuoco e controllo della dispersione del fumo (misurati secondo la norma **UNI EN 1634-1**): classe
- resistenza al calore per irraggiamento (misurata secondo la norma **UNI 8328**): classe
-

– porte esterne:

- tolleranze dimensionali:
- spessore: (misurato secondo la norma **UNI EN 951**);
- planarità: (misurata secondo la norma **UNI EN 952**);
- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento (misurata secondo la norma **UNI EN 1027**):
- resistenza all'antintrusione (misurata secondo la norma **UNI 9569**): classe
-

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione fornita dall'appaltatore al direttore dei lavori.

46.8 Schermi (tapparelle, persiane, antoni)

Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, con il materiale e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, si intende che, comunque, lo schermo deve nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) e agli agenti atmosferici, mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

Il direttore dei lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante:

- il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e dei loro rivestimenti;
- il controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o gli organi di manovra;
- la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente delle dimensioni delle sezioni resistenti, delle conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni ecc.) o per aderenza (colle, adesivi ecc.), e, comunque, delle parti che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica e sulla durabilità agli agenti atmosferici.

Il direttore dei lavori potrà, altresì, procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica e di comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampade solari, camere climatiche, ecc.). L'attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

46.9 Prescrizioni dimensionali e prestazionali per i portatori di handicap

46.9.1 Porte interne

La luce netta della porta di accesso di ogni edificio e di ogni unità immobiliare deve essere di almeno 80 cm. La luce netta delle altre porte interne deve essere di almeno 75 cm.

L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra gli 85 e i 95 cm (altezza consigliata: 90 cm).

Devono, inoltre, essere preferite soluzioni per le quali le singole ante delle porte non abbiano larghezza superiore ai 120 cm, e gli eventuali vetri siano collocati ad una altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento.

L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

46.9.2 *Infissi esterni*

L'altezza delle maniglie o dispositivo di comando deve essere compresa tra 100 e 130 cm; consigliata 115 cm.

Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni.

L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

46.10 *Serramenti in acciaio*

46.10.1 *Componenti dei serramenti*

Tutti i componenti dei serramenti della fornitura conforme alle prescrizioni progettuali (telai metallici, accessori, vetrazioni, guarnizioni, schermi, ecc.) devono essere costruiti con caratteristiche che non rilascino sostanze pericolose oltre i limiti ammessi dalle norme sui materiali.

46.10.2 *Materiali e norme di riferimento*

ALLUMINIO

a) telai:

UNI EN 573-3 – *Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;*

UNI EN 12020-1 – *Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi, di leghe EN AW-6060 e EN AW-6063. Parte 1: Condizioni tecniche di controllo e di fornitura;*

UNI EN 12020-2 – *Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi di leghe EN AW-6060 e EN AW-6063. Parte 2: Tolleranze dimensionali e di forma;*

UNI EN 14024 – *Profili metallici con taglio termico. Prestazioni meccaniche. Requisiti, verifiche e prove per la valutazione;*

b) laminati di trafilati o di sagomati non estrusi in alluminio:

UNI EN 573-3 – *Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;*

UNI EN 485-2 – *Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Parte 2: Caratteristiche meccaniche;*

UNI EN 754-2 – *Alluminio e leghe di alluminio. Barre e tubi trafilati. Tubi estrusi con filiera a ponte, tolleranze;*

c) getti in alluminio:

UNI EN 1706 – *Alluminio e leghe di alluminio. Getti. Composizione chimica e caratteristiche meccaniche.*

PROFILI IN ACCIAIO

a) telai:

UNI EN 10079 – *Definizione dei prodotti di acciaio e a quelle di riferimento per gli specifici prodotti;*

b) laminati a caldo:

UNI 10163-1 – *Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 1: Requisiti generali;*

UNI 10163-2 – *Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 2: Lamiere e larghi piatti;*

UNI EN 10163-3 – *Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 3: Profilati;*

UNI EN 10143 – *Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;*

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;*

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 termo meccanica;*

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;*

c) lamiera a freddo:

UNI 7958 – *Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiera sottili e nastri larghi da costruzione;*

UNI EN 10327 – *Nastri e lamiera di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo, per formatura a freddo. Condizioni tecniche di fornitura;*

d) lamiera zincate:

UNI EN 10143 – *Lamiera sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze sulla dimensione e sulla forma.*

ACCIAIO INOSSIDABILE

a) telai:

UNI EN 10088-1 – *Acciai inossidabili. Parte 1: Lista degli acciai inossidabili;*

UNI EN 10088-2 – *Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiera e dei nastri per impieghi generali.*

LEGA DI RAME

a) telai:

UNI EN 13605 – *Rame e leghe di rame. Profilati di rame e fili profilati per usi elettrici.*

b) lamiera in rame:

UNI EN 13599:2003 – *Rame e leghe di rame. Piatti, lastre e nastri di rame per usi elettrici.*

46.10.3 Finitura superficiale dei telai metallici

La finitura superficiale dei telai metallici dei serramenti dovrà essere priva di difetti visibili ad occhio nudo (graffi, colature, rigonfiamenti, ondulazione e altre imperfezioni) a distanza non inferiore a 5 m per gli spazi esterni e a 3 m per gli spazi interni.

La finitura superficiale non deve subire corrosioni o alterazioni di aspetto per un periodo di tempo adeguato alla vita del manufatto, e in cantiere deve essere evitato il contatto con sostanze o materiali che possano instaurare fenomeni corrosivi. Il colore deve essere quello previsto dal progetto esecutivo.

In base al tipo di metallo si indicano le seguenti norme di riferimento:

a) alluminio:

UNI EN 12206-1 – *Pitture e vernici - Rivestimenti di alluminio e di leghe di alluminio per applicazioni architettoniche - Parte 1: Rivestimenti preparati a partire da materiali in polvere.*

b) acciaio:

UNI EN ISO 12944-1 – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;*

UNI EN ISO 12944-2 – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;*

UNI EN ISO 12944-3 – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;

UNI EN ISO 12944-4 – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione;

UNI EN ISO 12944-5 – Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva.

I trattamenti di metallizzazione devono rispettare le seguenti norme:

- zincatura elettrolitica:

UNI ISO 2081 – Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro o acciaio;

- zincatura a spruzzo:

UNI EN 22063 – Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici. Metallizzazione termica a spruzzo. Zinco, alluminio e loro leghe;

- cadmiatura:

UNI 4720 – Trattamenti superficiali dei materiali metallici. Classificazione, caratteristiche e prove dei rivestimenti elettrolitici di cadmio su materiali ferrosi;

- cromatura:

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.

c) acciaio inossidabile:

UNI EN 10088-2 – Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.

46.10.4 Telai e controtelai

I telai dei serramenti dovranno essere realizzati con profili in, lega, (con o senza taglio termico), con sistema di tenuta (a giunto aperto, a battuta semplice o doppia).

Dai traversi inferiori dei serramenti dovrà essere consentito lo scarico verso l'esterno delle acque meteoriche, evitando reflussi verso l'interno dell'ambiente. Sui traversi dovranno essere presenti opportuni fori di drenaggio in numero e dimensioni sufficienti a garantire l'eliminazione di eventuali condense e infiltrazioni d'acqua dalle sedi dei vetri verso l'esterno.

Tutti i serramenti dovranno essere dotati di coprifili ed eventuali raccordi a davanzale esterno e interno.

I controtelai dovranno essere realizzati in (tipo di metallo), lega

46.10.5 Accessori

Tutti gli accessori impiegati per i serramenti devono avere caratteristiche resistenti alla corrosione atmosferica e tali da assicurare al serramento la prescritta resistenza meccanica, la stabilità e la funzionalità per le condizioni d'uso a cui il serramento è destinato.

Gli accessori devono essere compatibili con le superfici con cui devono essere posti a contatto.

46.10.6 Guarnizioni

Le guarnizioni dei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, permeabilità all'aria, isolamento acustico, e, inoltre, devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a contatto.

Le guarnizioni dei giunti apribili devono potere essere facilmente sostituibili e dovranno essere esclusivamente quelle originali.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 12365-1 – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 1: Requisiti prestazionali e classificazione;

UNI EN 12365-2 – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 2: Metodi di prova per determinare la forza di compressione;

UNI EN 12365-3 – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 3: Metodo di prova per determinare il recupero elastico;

UNI EN 12365-4 – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 4: Metodo di prova per determinare il recupero dopo l'invecchiamento accelerato.

46.10.7 Sigillanti

I sigillanti impiegati nei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, tenuta all'aria, tenuta alla polvere e la realizzazione della continuità elastica nel tempo. Inoltre, devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a contatto.

I sigillanti non devono corrodere le parti metalliche con cui vengono a contatto.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI 9610 – Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove;
UNI 9611 – Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento;
UNI EN 26927 – Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Vocabolario;
UNI EN 27390 – Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione della resistenza allo scorrimento;
UNI EN 28339 – Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione delle proprietà tensili;
UNI EN 28340 – Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Determinazione delle proprietà tensili in presenza di trazione prolungata nel tempo;
UNI EN 28394 – Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti monocomponenti;
UNI EN 29048 – Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti per mezzo di un apparecchio normalizzato.

46.10.8 Caratteristiche dei vetri

I vetri devono rispondere ai requisiti di risparmio energetico, isolamento acustico, controllo della radiazione solare e sicurezza.

La trasmittanza termica non deve essere inferiore a W/m²K, con un valore di fattore solare, con un valore di trasmissione luminosa pari a, certificato da un laboratorio ufficiale, in conformità alla norma **UNI EN 410**.

I valori di trasmittanza termica per le principali tipologie di vetri sono quelli previsti dalla norma **UNI EN ISO 1077**.

Le tipologie dei vetri dei serramenti sono quelle indicate qui di seguito.

Tabella 38.2 - Tipologie dei vetri dei serramenti

Codice identificativo del serramento (riferimento: abaco dei serramenti)	Tipologia del vetro	Caratteristiche	Spessore	Colore	Norme di riferimento

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 410 – Vetro per edilizia. Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate;
UNI EN ISO 10077-1 – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità;
UNI EN ISO 10077-2 – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo numerico per i telai.

a) vetri isolanti:

UNI EN 1279-1 – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema;

UNI EN 1279-2 – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua;

UNI EN 1279-3 – *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 3: Prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas;*

UNI EN 1279-4 – *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo;*

UNI EN 1279-5 – *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 5: Valutazione della conformità;*

UNI EN 1279-6 – *Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche;*

b) vetro di silicato sodio-calcico:

UNI EN 572-1 – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Definizione e proprietà generali fisiche e meccaniche;*

UNI EN 572-2 – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Parte 2: Vetro float;*

UNI EN 572-5 – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Vetro stampato;*

UNI EN 572-4 – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Vetro tirato;*

c) vetro profilato armato e non armato

UNI EN 572-3 – *Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicati sodio-calcico. Parte 3: Vetro lustro armato;*

UNI EN 572-6 – *Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodio-calcico. Parte 6: Vetro stampato armato;*

UNI EN 572-7 – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Vetro profilato armato e non armato;*

d) vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza:

UNI EN ISO 12543-1 – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti;*

UNI EN ISO 12543-2 – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza;*

UNI EN ISO 12543-3 – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato;*

UNI EN ISO 12543-4 – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la durabilità;*

UNI EN ISO 12543-5 – *Vetro per edilizia, Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi;*

UNI EN ISO 12543-6 – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto;*

e) vetro rivestito:

UNI EN 1096-1 – *Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Definizione e classificazione;*

UNI EN 1096-2 – *Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe A, B e S;*

UNI EN 1096-3 – *Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe C e D;*

UNI EN 1096-4 – *Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Parte 4: Valutazione della conformità/Norma di prodotto.*

46.10.9 Pannelli

I pannelli devono essere inseriti come indicato nei disegni progettuali, e devono essere realizzati in, con finitura superficiale interna ed esterna, colore, strato isolante in, di densità kg/m³, di resistenza termica m²K/W, spessore mm.

NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN 12086 – *Isolanti termici per edilizia. Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo;*

UNI EN 12087 – *Isolanti termici per edilizia. Determinazione dell'assorbimento d'acqua a lungo termine: prova attraverso immersione;*

UNI EN 12088 – *Isolanti termici per edilizia. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per diffusione per lungo periodo.*

46.11 Porte e chiusure resistenti al fuoco

46.11.1 Generalità

Gli elementi di chiusura resistenti al fuoco comprendono:

- porte su perni e su cardini;
- porte scorrevoli orizzontalmente e verticalmente, incluse le porte articolate scorrevoli e le porte sezionali;
- porte a libro in acciaio, monolamiera (non coibentate);
- porte scorrevoli a libro;
- porte basculanti;
- serrande avvolgibili.

Per assicurare la tenuta al fumo le porte tagliafuoco devono essere corredate da guarnizioni etumescenti.

46.11.2 Valutazione delle caratteristiche

La valutazione delle caratteristiche, delle prestazioni, nonché le modalità di redazione del rapporto di prova in forma completa di porte ed elementi di chiusura resistenti al fuoco, si effettua secondo quanto specificato nella norma **UNI EN 1634-1** e, per quanto da essa richiamato, nelle norme **UNI EN 1363-1** e **UNI EN 1363-2**.

La valutazione delle prestazioni, da effettuare tramite la prova a fuoco secondo la curva di riscaldamento prevista dalla **UNI EN 1363-1**, va condotta previo il condizionamento meccanico previsto al punto 10.1.1, comma a) della norma **UNI EN 1634-1**. Il condizionamento meccanico deve essere eseguito secondo quanto descritto nell'allegato A al **D.M. 20 aprile 2001**.

Salvo diversa indicazione dei decreti di prevenzione incendi, la classe di resistenza al fuoco richiesta per porte e altri elementi di chiusura con la terminologia RE e REI è da intendersi, con la nuova classificazione, equivalente a E e a EI2 rispettivamente. Laddove sia prescritto l'impiego di porte e altri elementi di chiusura classificati E ed EI2, potranno essere utilizzate porte omologate con la classificazione RE e REI, nel rispetto di tutte le condizioni previste dal **D.M. 20 aprile 2001**.

46.11.3 Classificazione delle porte resistenti al fuoco

Il sistema di classificazione adottato per le porte resistenti al fuoco è qui di seguito illustrato.

E	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI ₁	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI ₂	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EW	-	20	30	-	60	-	-	-	-

Il requisito di tenuta *E* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a non lasciar passare né produrre, se sottoposto all'azione dell'incendio su un lato, fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto.

La perdita del requisito *E* si ha al verificarsi di uno dei seguenti fenomeni:

- aperture di fessure passanti superiori a fissate dimensioni (punto 10.4.5.3 della norma **UNI EN 1363-1**);
- accensione di un batuffolo di cotone posto ad una distanza di 30 mm per un massimo di 30 s (punto 10.4.5.2 della norma **UNI EN 1363-1**) su tutta la superficie;
- presenza di fiamma persistente sulla faccia non esposta.

Il requisito di isolamento *I* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a ridurre entro un dato limite la trasmissione del calore dal lato esposto all'incendio al lato non esposto.

La perdita del requisito di tenuta significa anche perdita del requisito di isolamento, sia che il limite specifico di temperatura sia stato superato o meno.

Sono previsti due criteri di isolamento:

- isolamento I1;
- isolamento I2.

ISOLAMENTO I1

Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei seguenti fenomeni:

- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140°C (punto 9.1.2.2 della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 25 mm dal bordo visibile o foro di passaggio, supera i 180°C (punto 9.1.2.4 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 180°C a una distanza di 100 mm dal foro di passaggio se il telaio è più largo di 100 mm, o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a 100 mm (punto 9.1.2.3 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**).

ISOLAMENTO I2

Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei seguenti fenomeni:

- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140°C (punto 9.1.2.2 della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 100 mm dal bordo visibile o foro di passaggio, supera i 180°C (punto 9.1.2.3 lettera c) della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 360°C a una distanza di 100 mm dal foro di passaggio se il telaio è più largo di 100 mm o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a 100 mm (punto 9.1.2.3 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**).

Il requisito di irraggiamento *W* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a resistere all'incendio agente su una sola faccia, riducendo la trasmissione di calore radiante sia ai materiali costituenti la superficie non esposta sia ad altri materiali o a persone ad essa adiacenti.

Una porta o altro elemento di chiusura che soddisfa i criteri di isolamento I1 o I2 si ritiene che soddisfi anche il requisito di irraggiamento *W* per lo stesso tempo. La perdita del requisito di tenuta *E* significa automaticamente perdita del requisito di irraggiamento *W*.

46.11.4 Omologazione

Le porte e altri elementi di chiusura da impiegarsi nelle attività soggette alle norme di prevenzione incendi devono essere omologati.

Per *omologazione* si intende l'atto conclusivo attestante il corretto espletamento della procedura tecnico-amministrativa illustrata nel presente decreto, finalizzata al riconoscimento dei requisiti certificati delle porte resistenti al fuoco. Con tale riconoscimento è autorizzata la riproduzione del prototipo e la connessa immissione in commercio di porte resistenti al fuoco omologate, con le variazioni consentite dalla norma **UNI EN 1634-1** nel campo di applicazione diretta del risultato di prova, integrate dalle variazioni riportate nell'allegato C al **D.M. 20 aprile 2001**.

Per *prototipo* si intende il campione, parte del campione medesimo e/o la documentazione idonea alla completa identificazione e caratterizzazione della porta omologata, conservati dal laboratorio che rilascia il certificato di prova.

Per *porta omologata* si intende la porta o altro elemento di chiusura per il quale il produttore ha espletato la procedura di omologazione.

Per *produttore* della porta resistente al fuoco, si intende il fabbricante residente in uno dei paesi dell'Unione europea, ovvero in uno dei paesi costituenti l'accordo SEE, nonché ogni persona che, apponendo il proprio nome, marchio o segno distintivo sulla porta resistente al fuoco, si presenti

come rappresentante autorizzato dallo stesso, purché residente in uno dei paesi dell'Unione europea, ovvero in uno dei paesi costituenti l'accordo SEE.

Per *certificato di prova* si intende il documento, rilasciato dal laboratorio o da un organismo di certificazione, con il quale, sulla base dei risultati contenuti nel rapporto di prova, si certifica la classe di resistenza al fuoco del campione sottoposto a prova.

Per *rapporto di prova* si intende il documento, rilasciato dal laboratorio a seguito della prova, riportante quanto indicato al punto 12 della norma **UNI EN 1634-1** e al punto 12.1 della norma **UNI EN 1363-1**.

L'omologazione decade automaticamente se la porta resistente al fuoco subisce una qualsiasi modifica non prevista nell'atto di omologazione.

46.11.5 Documentazione tecnica che il produttore deve allegare ad ogni fornitura

Il produttore, per ogni fornitura di porte resistenti al fuoco, deve allegare la seguente documentazione tecnica:

- copia dell'atto di omologazione della porta;
- dichiarazione di conformità alla porta omologata;
- libretto di installazione, uso e manutenzione.

46.11.5.1 Dichiarazione di conformità

Per *dichiarazione di conformità* si intende la dichiarazione, rilasciata dal produttore, attestante la conformità della porta resistente al fuoco alla porta omologata e contenente, tra l'altro, i seguenti dati:

- nome del produttore;
- anno di costruzione;
- numero progressivo di matricola;
- nominativo del laboratorio e dell'organismo di certificazione se diversi;
- codice di omologazione;
- classe di resistenza al fuoco.

Con la dichiarazione di conformità, il produttore si impegna a garantire comunque la prestazione certificata, quali che siano le modifiche apportate alla porta resistente al fuoco tra quelle consentite nell'atto di omologazione.

46.11.5.2 Marchio di conformità

Per *marchio di conformità* si intende l'indicazione permanente e indelebile apposta dal produttore sulla porta resistente al fuoco, contenente almeno il numero progressivo di matricola e il codice di omologazione.

Il marchio di conformità deve essere applicato dal produttore sulla porta resistente al fuoco.

46.11.5.3 Libretto di installazione, uso e manutenzione

Per *libretto di installazione, uso e manutenzione* si intende il documento, allegato ad ogni singola fornitura di porte resistenti al fuoco, che riporta, come minimo, i seguenti contenuti:

- modalità e avvertenze d'uso;
- periodicità dei controlli e delle revisioni con frequenza almeno semestrale;
- disegni applicativi esplicativi per la corretta installazione, uso e manutenzione della porta;
- avvertenze importanti a giudizio del produttore.

46.12 Norme di riferimento

D.M. 14 dicembre 1993 – *Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco e omologazione di porte e altri elementi di chiusura.*

D.M. 27 gennaio 1999 – *Resistenza al fuoco di porte e altri elementi di chiusura. Prove e criteri di classificazione.*

D.M. 20 aprile 2001 – *Utilizzazione di porte resistenti al fuoco di grandi dimensioni.*

D.M. 21 giugno 2004 – *Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco e omologazione di porte e altri elementi di chiusura.*

UNI EN 1634-1 – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili;*

UNI EN 1634-3 – *Prove di resistenza al fuoco per porte ed elementi di chiusura. Porte e chiusure a tenuta fumo;*

UNI EN 1634-3 – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 3: Prove di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura;*

UNI EN 1363-1 – *Prove di resistenza al fuoco. Requisiti generali;*

UNI EN 1363-2 – *Prove di resistenza al fuoco. Procedure alternative e aggiuntive;*

UNI ENV 1363-3 – *Prove di resistenza al fuoco. Verifica della prestazione del forno.*

- elementi verniciati:

UNI 8456 – *Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su entrambe le facce. Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma;*

UNI 8457 – *Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su una sola faccia. Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma;*

UNI 9174 – *Reazione al fuoco dei prodotti sottoposti all'azione di una fiamma d'innesco in presenza di calore radiante.*

UNI EN ISO 1182 – *Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione. Prova di non combustibilità.*

CAPITOLO 4 - NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Art. 47. Rilievi, tracciati e capisaldi

47.1 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.

47.2 Tracciati

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

47.3 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.

47.4 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 $5 \text{ mm} \pm 10 E - 6 \cdot D$ (con D espressa in km). In alternativa, è possibile utilizzare la total station con prestazioni analoghe.

Per quanto riguarda le quote, si dovranno utilizzare dei livelli di precisione (autolivelli).

La strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento.

Art. 48. Programma esecutivo dei lavori

Entro (.....) giorni dalla data del verbale di consegna, e comunque giorni prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore deve predisporre e consegnare alla direzione lavori un programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa.

Tale programma dovrà essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione dei lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dalla data di ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione dei lavori si sia pronunciata, il programma si intenderà accettato, fatte salve evidenti illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

Art. 49. Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere e ordine dei lavori

49.1 Impianto del cantiere

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

49.2 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 settembre 1982 n. 646, la custodia dei cantieri installati per la realizzazione di opere pubbliche deve essere affidata a persone provviste della qualifica di guardia particolare giurata.

In caso di inosservanza, si incorrerà nelle sanzioni previste dal comma 2 del citato art. 22 della legge n. 646/1982.

Tale vigilanza si intende estesa anche al periodo intercorrente tra l'ultimazione e il collaudo provvisorio dei lavori, salvo l'anticipata consegna delle opere alla stazione appaltante e per le sole opere consegnate.

Sono, altresì, a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere nei periodi di sospensione dei lavori, purché non eccedenti un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, e comunque quando non superino sei mesi complessivi.

Fermo restando l'obbligo della vigilanza nei periodi eccedenti i termini fissati in precedenza, ne verranno riconosciuti i maggiori oneri, sempre che l'appaltatore non richieda e ottenga di essere sciolto dal contratto.

49.3 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).

49.4 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.

49.5 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.

49.6 *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 m · 2 m, recheranno impresse a colori indelebili le diciture riportate, con le eventuali modifiche e integrazioni necessarie per adattare ai casi specifici. Nello spazio per l'aggiornamento dei dati, devono essere indicate le sospensioni e le interruzioni intervenute nei lavori, le relative motivazioni, le previsioni di ripresa e i nuovi tempi.

Tanto i cartelli quanto le armature di sostegno, devono essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza meccanica, resistenti agli agenti atmosferici, di decoroso aspetto, e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo tecnico-amministrativo dei lavori.

Per la mancanza o il cattivo stato del prescritto numero di cartelli indicatori, sarà applicata all'appaltatore una penale di euro (.....). Sarà, inoltre, applicata una penale giornaliera di euro (.....) dal giorno della constatata inadempienza fino a quello dell'apposizione o riparazione del cartello mancante o deteriorato. L'importo delle penali sarà addebitato sul certificato di pagamento in acconto, successivo all'inadempienza.

49.7 *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.

49.8 *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.

TESTO UNICO EDILIZIA

D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.

NORME TECNICHE STRUTTURALI

Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica;

Legge 2 febbraio 1974, n. 64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

C.M. 9 gennaio 1980, n. 20049 – Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato;

D.M. 20 novembre 1987 – Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento;

D.M. 11 marzo 1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;

C.M. 24 settembre 1988, n. 30483 – Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;

C.M. 4 gennaio 1989, n. 30787 – Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo degli edifici in muratura e per il consolidamento;

- C.M. 16 marzo 1989, n. 31104** – Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- D.M. 9 gennaio 1996** – Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- D.M. 16 gennaio 1996** – Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;
- D.M. 16 gennaio 1996** – Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;
- C.M. 4 luglio 1996, n. 156AA.GG/STC** – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi, di cui al D.M. 16 gennaio 1996;
- C.M. 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C.** – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al D.M. 9 gennaio 1996;
- C.M. 29 ottobre 1996** – Istruzioni generali per la redazione dei progetti di restauro nei beni architettonici di valore storico-artistico in zona sismica;
- C.M. 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.** – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche, di cui al D.M. 16 gennaio 1996;
- C.M. 14 dicembre 1999, n. 346/STC** – Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 20. Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione;
- Ord.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274** – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- D.M. 14 settembre 2005** – Norme tecniche per le costruzioni;
- D.M. 17 gennaio 2018** – Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;
- D.M. 6 maggio 2008** – Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.
- C.M. 2 febbraio 2009, n. 617** – Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

PRODOTTI DA COSTRUZIONE

- D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246** – Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;
- D.M. 9 maggio 2003, n. 156** – Criteri e modalità per il rilascio dell'abilitazione degli organismi di certificazione, ispezione e prova nel settore dei prodotti da costruzione, ai sensi dell'articolo 9, comma 2, del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246;
- D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Isolanti termici per edilizia»;
- D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Accessori per serramenti»;
- D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni»;
- D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi per il controllo di fumo e calore»;
- D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio»;

D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità delle «Installazioni fisse antincendio»;

D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Sistemi a polvere»;

D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per gli «Impianti fissi antincendio. Componenti per sistemi a CO₂»;

D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per i «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Componenti di impianti di estinzione a gas»;

D.M. 11 aprile 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati;

D.M. 11 aprile 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di appoggi strutturali;

D.M. 11 aprile 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di geotessili e prodotti affini.

PREVENZIONE INCENDI

D.M. 15 settembre 2005 – Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;

D.M. 16 febbraio 2007 – Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione;

D.M. 9 marzo 2007 – Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco.

IMPIANTI ALL'INTERNO DEGLI EDIFICI

Legge 5 marzo 1990, n. 46 – Norme per la sicurezza degli impianti;

D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;

C.M. 27 febbraio 2007, n. 11411 – Utilizzazione di raccordi a pressare in reti di adduzione di gas negli edifici civili.

RENDIMENTO ENERGETICO NELL'EDILIZIA

D.M. 27 luglio 2005 – Norma concernente il regolamento d'attuazione della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (articolo 4, commi 1 e 2), recante norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;

D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 – Attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311 – Disposizioni correttive e integrative al decreto legislativo n. 192 del 2005, recante attuazione della direttiva 2002/91/Ce, relativa al rendimento energetico nell'edilizia;

D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59 - Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

BARRIERE ARCHITETTONICHE

Legge 9 gennaio 1989, n. 13 – Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;

D.M. 14 giugno 1989, n. 236 – Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;

D.P.R. 24 luglio 1996, n. 503 – Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche, negli edifici, spazi e servizi pubblici.

ESPROPRIAZIONE PER PUBBLICA UTILITÀ

D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327 – Testo unico sulle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazioni per pubblica utilità.

RIFIUTI E AMBIENTE

D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 – Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio;

D.M. 8 maggio 2003, n. 203 – Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo;

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 – Norme in materia ambientale;

Legge 28 gennaio 2009, n. 2 – Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 29 novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale.

ACQUE

D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 – Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO

D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 – Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.

NUOVO CODICE DELLA STRADA

D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 – Nuovo codice della strada.

CONTRATTI PUBBLICI

Legge 20 marzo 1865, n. 2248 – Legge sui lavori pubblici (Allegato F);

D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554 – Regolamento di attuazione della legge 11 febbraio 1994, n. 109 (legge quadro in materia di lavori pubblici), e successive modificazioni;

D.M. 19 aprile 2000, n. 145 – Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni;

Legge 21 dicembre 2001, n. 443 – Delega al governo in materia di infrastrutture e insediamenti produttivi strategici e altri interventi per il rilancio delle attività produttive;

D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163 – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.

SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO

D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 – Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Art. 50. Integrazione del piano di manutenzione dell'opera

Il direttore dei lavori, inoltre, raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede dei prodotti), nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o dell'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera. In riferimento al comma precedente, l'esecutore è obbligato a trasmettere al direttore dei lavori le istruzioni e/o le schede tecniche di manutenzione e di uso rilasciate dal produttore dei materiali o degli impianti tecnologici installati.

CAPITOLO 5- MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE

Art. 51. Demolizioni

51.1 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. 6 settembre 1994 recante normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

- materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- una miscelanea 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.

51.2 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.

51.3 Idoneità delle opere provvisoriali

Le opere provvisoriali, 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 provvisoriali 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.

51.4 Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione

I lavori di demolizione, come stabilito dall'art. 151 del D.Lgs, 9 aprile 2008, n. 81, devono procedere con cautela e con ordine, devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto, e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti.

La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

51.5 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.

51.6 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.

51.7 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 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.

51.8 Demolizione per rovesciamento

Salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 m può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta.

La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione, in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti.

Devono, inoltre, essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro, quali la trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere, e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Si può procedere allo scalzamento dell'opera da abbattere per facilitarne la caduta soltanto quando essa sia stata adeguatamente puntellata. La successiva rimozione dei puntelli deve essere eseguita a distanza a mezzo di funi.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 m, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.

In ogni caso, deve essere vitato che, per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi, possano sorgere danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti o derivare pericoli per i lavoratori addetti.

Art. 52. Scavi a sezione obbligata e sbancamenti in generale

52.1 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.

52.2 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.

52.3 Smacchiamento dell'area

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, di siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

La terra vegetale eventualmente asportata, per la profondità preventivamente concordata con la direzione dei lavori, non dovrà essere mescolata con il terreno sottostante. La terra vegetale deve essere accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla direzione dei lavori.

52.4 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.

52.5 Splanteamento e sbancamento

Nei lavori di splanteamento o di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 150 cm, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.

52.6 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.

52.7 Scavi in presenza d'acqua

Sono definiti *scavi in acqua* quelli eseguiti in zone del terreno dove la falda acquifera, pur ricorrendo ad opere provvisorie di eliminazione per ottenere un abbassamento della falda, sia costantemente presente ad un livello di almeno 20 cm dal fondo dello scavo.

Nel prosciugamento è opportuno che la superficie freatica si abbassi oltre la quota del fondo dello scavo per un tratto di 40-60 cm, inversamente proporzionale alla granulometria del terreno in esame.

52.7.1 *Pompe di aggotamento*

Le pompe di aggotamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall'appaltatore in quantità, portata e prevalenza sufficienti a garantire nello scavo una presenza di acqua di falda inferiore a 20 cm e, in generale, per scavi poco profondi.

L'impiego delle pompe di aggotamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, e per il loro impiego verrà riconosciuto all'appaltatore il compenso convenuto.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in cemento armato, al fine di prevenire il dilavamento del calcestruzzo o delle malte.

52.7.2 *Prosciugamento dello scavo con sistema Wellpoint*

Lo scavo di fondazione può essere prosciugato con l'impiego del sistema Wellpoint ad anello chiuso (con collettori perimetrali su entrambi i lati), in presenza di terreni permeabili per porosità, come ghiaie, sabbie, limi, argille e terreni stratificati. Tale metodo comporterà l'utilizzo di una serie di minipozzi filtranti (Wellpoint), con profondità maggiore di quella dello scavo, collegati con un collettore principale di asperazione munito di pompa autoadescante, di altezza tale da garantire il prosciugamento dello scavo. Le pompe devono essere installate nell'area circostante al terreno in cui necessita tale abbassamento. Le tubazioni, di diametro e di lunghezza adeguata, dovranno scaricare e smaltire le acque di aggotamento con accorgimenti atti ad evitare interramenti o ostruzioni.

L'impianto di drenaggio deve essere idoneo:

- alle condizioni stratigrafiche dei terreni interessati, rilevate fino ad una profondità almeno doppia rispetto a quella di prefissata per lo scavo;
- alla permeabilità dei terreni interessati, rilevata mediante prove *in situ*.

L'impresa potrà utilizzare caditoie esistenti, ove possibile, senza creare ad immissione ultimata intasamenti alla naturale linea di smaltimento meteorica.

52.7.3 *Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni concorrenti nei cavi, l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

52.8 *Impiego di esplosivi*

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

52.9 *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.

52.10 *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.

52.11 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.

52.12 Manutenzione degli scavi

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

Si dovranno proteggere le zone scavate e le scarpate per evitare eventuali scoscendimenti e/o franamenti.

Rifiuti e macerie dovranno essere asportati dagli scavi prima dell'esecuzione delle opere susseguenti.

Art. 53. Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi

L'appaltatore, dopo l'esecuzione degli scavi di fondazione o di sbancamento, non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o degli sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo, e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

Art. 54. 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. 55. Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione, o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione, e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili e adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Qualora venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e così da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per essere riprese, poi, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in cemento armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.

È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione le dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché, al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

Art. 56. Fondazioni dirette

56.1 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.

56.2 Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la 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.

56.3 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. 57. Opere e strutture di muratura

57.1 Spessore minimo dei muri

Lo spessore dei muri portanti, come stabilito dal D.M. 14 gennaio 1008, non può essere inferiore ai valori riportati nella tabella 57.1.

Tabella 57.1 - Tipo di muratura e relativo spessore minimo

Tipo di muratura	Spessore minimo [mm]
Muratura in elementi resistenti artificiali pieni	150
Muratura in elementi resistenti artificiali semipieni	200

Muratura in elementi resistenti artificiali forati	240
Muratura di pietra squadrata	240
Muratura di pietra listata	400
Muratura di pietra non squadrata	500

57.2 Cordoli di piano e architravi

Ad ogni piano deve essere realizzato un cordolo continuo all'intersezione tra solai e pareti.

I cordoli devono avere altezza minima pari all'altezza del solaio, e larghezza almeno pari a quella del muro. È consentito un arretramento massimo di 6 cm dal filo esterno. L'armatura corrente non deve essere inferiore a 8 cm², le staffe devono avere diametro non inferiore a 6 mm e interasse non superiore a 25 cm. Travi metalliche o prefabbricate costituenti i solai devono essere prolungate nel cordolo per almeno la metà della sua larghezza e, comunque, per non meno di 12 cm, e adeguatamente ancorate ad esso.

In corrispondenza di incroci d'angolo tra due pareti perimetrali sono prescritte, su entrambe le pareti, zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m, compreso lo spessore del muro trasversale.

Al di sopra di ogni apertura deve essere realizzato un architrave resistente a flessione, efficacemente ammorsato alla muratura.

57.3 Cordoli di collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione

Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione è di norma realizzato mediante cordolo in calcestruzzo armato, disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari almeno a quello della muratura della prima elevazione, e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore. È possibile realizzare la prima elevazione con pareti di calcestruzzo armato. In tal caso, la disposizione delle fondazioni e delle murature sovrastanti deve essere tale da garantire un adeguato centraggio dei carichi trasmessi alle pareti della prima elevazione e alla fondazione.

57.4 Muratura armata

57.4.1 Gli aspetti generali

La muratura armata è costituita da elementi resistenti artificiali pieni e semipieni idonei alla realizzazione di pareti murarie incorporanti apposite armature metalliche verticali e orizzontali, annegate nella malta o nel conglomerato cementizio.

57.4.2 Le barre d'armatura

Le barre di armatura possono essere costituite da acciaio al carbonio, da acciaio inossidabile o da acciaio con rivestimento speciale, conformi alle pertinenti indicazioni di cui al paragrafo 11.3 delle nuove norme tecniche.

È ammesso, per le armature orizzontali, l'impiego di armature a traliccio elettrosaldato o l'impiego di altre armature conformate in modo da garantire adeguata aderenza e ancoraggio, nel rispetto delle pertinenti normative di comprovata validità.

In ogni caso dovrà essere garantita un'adeguata protezione dell'armatura nei confronti della corrosione.

Le barre di armatura devono avere un diametro minimo di 5 mm. Nelle pareti che incorporano armatura nei letti di malta al fine di fornire un aumento della resistenza ai carichi fuori piano, per contribuire al controllo della fessurazione o per fornire duttilità, l'area totale dell'armatura non deve essere minore dello 0,03% dell'area lorda della sezione trasversale della parete (cioè 0,015% per ogni faccia nel caso della resistenza fuori piano).

Qualora l'armatura sia utilizzata negli elementi di muratura armata per aumentare la resistenza nel piano, o quando sia richiesta armatura a taglio, la percentuale di armatura orizzontale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non potrà essere inferiore allo 0,04% né superiore allo 0,5%, e non potrà avere interasse superiore a 60 cm. La percentuale di armatura verticale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non potrà essere inferiore allo 0,05%, né superiore all'1,0%. In tal caso, armature verticali con sezione complessiva non inferiore a 2 cm² dovranno essere collocate a ciascuna estremità di ogni parete portante, ad ogni intersezione tra pareti portanti, in corrispondenza di ogni apertura e, comunque, ad interasse non superiore a 4 m.

La lunghezza d'ancoraggio, idonea a garantire la trasmissione degli sforzi alla malta o al calcestruzzo di riempimento, deve, in ogni caso, essere in grado di evitare la fessurazione longitudinale o lo sfaldamento della muratura. L'ancoraggio deve essere ottenuto mediante una barra rettilinea, mediante ganci, piegature o forcelle o, in alternativa, mediante opportuni dispositivi meccanici di comprovata efficacia.

La lunghezza di ancoraggio richiesta per barre dritte può essere calcolata in analogia a quanto usualmente fatto per le strutture di calcestruzzo armato.

L'ancoraggio dell'armatura a taglio, staffe incluse, deve essere ottenuto mediante ganci o piegature, con una barra d'armatura longitudinale inserita nel gancio o nella piegatura. Le sovrapposizioni devono garantire la continuità nella trasmissione degli sforzi di trazione, in modo che lo snervamento dell'armatura abbia luogo prima che venga meno la resistenza della giunzione. In mancanza di dati sperimentali relativi alla tecnologia usata, la lunghezza di sovrapposizione deve essere di almeno 60 diametri.

La malta o il conglomerato di riempimento dei vani o degli alloggi delle armature deve avvolgere completamente l'armatura. Lo spessore di ricoprimento deve essere tale da garantire la trasmissione degli sforzi tra la muratura e l'armatura, e tale da costituire un idoneo copriferro ai fini della durabilità degli acciai. L'armatura verticale dovrà essere collocata in apposite cavità o recessi, di dimensioni tali che in ciascuno di essi risulti inscrivibile un cilindro di almeno 6 cm di diametro.

57.4.3 Gli aspetti di dettaglio

Le prescrizioni normative per la muratura ordinaria si applicano anche alla muratura armata, con alcune eccezioni. Gli architravi soprastanti le aperture possono essere realizzati in muratura armata. Le barre di armatura devono essere esclusivamente del tipo ad aderenza migliorata e devono essere ancorate in modo adeguato alle estremità mediante piegature attorno alle barre verticali. In alternativa, possono essere utilizzate, per le armature orizzontali, armature a traliccio o conformate in modo da garantire adeguata aderenza e ancoraggio.

La percentuale di armatura orizzontale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non può essere inferiore allo 0,04%, né superiore allo 0,5%.

Parapetti ed elementi di collegamento tra pareti diverse devono essere ben collegati alle pareti adiacenti, garantendo la continuità dell'armatura orizzontale e, ove possibile, di quella verticale.

Agli incroci delle pareti perimetrali è possibile derogare al requisito di avere su entrambe le pareti zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m.

57.4.4 Le fondazioni

Le strutture di fondazione devono essere realizzate in cemento armato, verificandole utilizzando le sollecitazioni derivanti dall'analisi. Dovranno essere continue, senza interruzioni in corrispondenza di aperture nelle pareti soprastanti.

Qualora sia presente un piano cantinato o seminterrato in pareti di cemento armato, esso può essere considerato quale struttura di fondazione dei sovrastanti piani in muratura portante, nel rispetto dei requisiti di continuità delle fondazioni.

57.5 Murature e riempimenti in pietrame a secco. Vespai

57.5.1 Murature in pietrame a secco

Le murature in pietrame a secco dovranno essere eseguite con pietre lavorate in modo da avere forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire, così, con l'accuratezza della costruzione, alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali.

Nell'interno della muratura, si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controriva, o comunque isolati, sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di 30 cm. A richiesta della direzione dei lavori vi si dovranno eseguire anche regolari fori di drenaggio, regolarmente disposti, anche su più ordini, per lo scolo delle acque.

57.5.2 Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili)

I riempimenti in pietrame a secco dovranno essere formati con pietrame, da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi o fognature, si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli. Negli strati inferiori si dovrà impiegare il pietrame di maggiore dimensione, utilizzando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco, per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere, otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

57.5.3 Vespai e intercapedini

Nei locali i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale, potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso, il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto per evitare qualsiasi cedimento.

Per i vespai in pietrame si dovrà formare, anzitutto, in ciascun ambiente, una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di 1,50 m. Essi dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti tra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15 cm · 20 cm di altezza, e un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.

Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante, si completerà il sottofondo, riempiendo le zone rimaste fra cunicolo e cunicolo con pietrame in grossi scheggioni disposti con l'asse maggiore verticale e in contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo, infine, uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto.

Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murati in malta idraulica fina e poggianti su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da voltine di mattoni, ecc.

57.6 Criteri generali per l'esecuzione

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli, e mai per aspersione. Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati e in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna. Saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connessioni.

I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione, per dare maggiore presa all'intonaco o alla stuccatura con il ferro.

Le murature di rivestimento devono essere fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al di sotto di zero gradi centigradi.

Sulle aperture di vani di porte e finestre devono essere collocati degli architravi (cemento armato, acciaio).

La costruzione delle murature deve iniziare e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura deve procedere per filari rettilinei, con piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti prescritto.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo devono essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

Sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio tra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, la guaina di impermeabilizzazione deve essere rialzata e bloccata superiormente di almeno 20 cm.

I muri controterra delimitanti vani interni al fabbricato (inclusi i sottopassi) devono essere interamente rivestiti con manto impermeabile costituito da due guaine e da una membrana di polietilene estruso ad alta densità, come meglio nel seguito specificato.

57.6.1 Murature di mattoni e di blocchi cavi di calcestruzzo a faccia vista

Le murature di mattoni e di blocchi cavi di calcestruzzo a faccia vista devono essere messe in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna. Saranno posati sopra un abbondante strato di malta, stesa con apposita cazzuola sui giunti verticali e orizzontali, premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.

Il letto di posa del primo ricorso, così come quello dell'ultimo in sommità della parete, deve essere eseguito con malta bastarda. Almeno ogni quattro ricorsi, dovrà essere controllata la planarità per eliminare eventuali asperità.

La larghezza delle connessure non deve essere maggiore di 8 mm né minore di 5 mm (con variazioni in relazione alle malte impiegate).

I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione per dare maggior presa all'intonaco o alla stuccatura con il ferro rotondo.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura devono essere passate al setaccio, per evitare che i giunti fra i mattoni riescano maggiori del limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento devono essere realizzate a corsi ben allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parete interna.

Nella realizzazione della muratura di laterizi a faccia vista si dovrà avere cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di miglior cottura, meglio formati e di colore più uniforme possibile, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. In questo genere di paramento devono essere utilizzate malte a base di inerti silicei a granulometria controllata, leganti idraulici e additivi nobilitanti e aventi specifiche caratteristiche, quali uniformità di colore, lavorabilità, minimo ritiro, idrorepellenza, assenza di efflorescenze, granulometria compresa fra 0 e 3 mm. Le connessure non devono avere spessore maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse con apposito ferro, senza sbavature.

Le pareti di una o due teste e quelle in foglio devono essere eseguite con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli che presentino spigoli rotti.

Tutte le pareti suddette devono essere eseguite con le migliori regole d'arte, a corsi orizzontali e a perfetto filo, per evitare la necessità di impiego di malta per l'intonaco in forti spessori.

Nelle pareti in foglio devono essere introdotte, in fase di costruzione, intelaiature in legno o lamiera zincata attorno ai vani delle porte, con lo scopo di fissare i serramenti al telaio stesso anziché alla parete, e per il loro consolidamento quando esse non arrivino fino ad un'altra parete o al soffitto.

Quando una parete deve eseguirsi fin sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso deve essere ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo, con scaglie e cemento.

57.6.2 Murature a cassa vuota

La tamponatura esterna del tipo cosiddetto *a cassa vuota* deve essere costituita da doppia parete con interposta camera d'aria in modo da avere uno spessore complessivo di 35 cm.

La doppia parete deve essere dotata di collegamenti trasversali.

La parete esterna potrà essere eseguita con:

- mattoni pieni o semipieni posti ad una testa;
- blocchi di calcestruzzo vibrocompresso;
- mattoni forati a sei fori posti in foglio.

Sulla faccia interna della parete esterna sarà eseguita un'arricciatura fratazzata con malta di calce idrata e pozzolana con l'aggiunta di cemento di tipo 325, sulla quale sarà posta, se richiesto, la coibentazione.

La parete interna potrà essere eseguita in:

- mattoni forati di spessore vario non inferiore a 5 cm;
- blocchi di calcestruzzo vibrocompresso di spessore non inferiore a 8-10 cm.

Particolare cura dovrà essere tenuta nella formazione di mazzette, stipiti, sginci e parapetti.

57.7 *Facce a vista delle murature di pietrame*

Per le facce a vista delle murature di pietrame, secondo gli ordini della direzione dei lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
- a mosaico grezzo;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento cosiddetto *con pietra rasa e teste scoperte* (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore, e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm.

Nel paramento definito *a mosaico grezzo*, la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana e a figura poligonale, e i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie. In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento cosiddetto *a corsi pressoché regolari*, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.

Nel paramento definito *a corsi regolari*, i conci dovranno essere perfettamente piani e squadriati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria. Dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e, qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm. La direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, e, ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessioni fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessioni stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito strumento, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Art. 58. Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo

58.1 *Calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato*

58.1.1 *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.

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.

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

58.1.2 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 granulometrica risultante di queste ultime potrà essere composta dalla miscela di due o più sabbie, nel caso non fosse possibile reperire un'unica sabbia di composizione idonea, senza che ciò possa dar luogo a richieste di compenso addizionale.

L'assortimento granulometrico risultante sarà ottenuto variando le percentuali di utilizzo delle frazioni granulometriche componenti, in modo da ottenere un combinato contenuto tra la curva Bolomey e quella di Fuller, calcolate tra l'altro in funzione del diametro massimo che non dovrà superare i mm per i condizionamenti delle dimensioni dei tralicci di armatura.

Una volta accettata dalla direzione dei lavori una determinata composizione granulometrica, l'impresa dovrà attenersi rigorosamente ad essa per tutta la durata del lavoro.

Non saranno ammesse variazioni di composizione granulometrica eccedenti in più o in meno il 5% in massa dei valori della curva granulometrica prescelta per l'aggregato grosso, e variazioni eccedenti in più o in meno il 3% per l'aggregato fine.

Si precisa che le formule di composizione dovranno sempre riferirsi, come già detto, ad aggregati saturi a superficie asciutta. Pertanto, si dovranno apportare, nelle dosature previste dalla formulazione della miscela e riferentesi ad aggregati saturi a superficie asciutta, le correzioni richieste dal grado di umidità attuale degli aggregati stessi, funzione dell'acqua assorbita per saturarli e assorbita per bagnarli.

58.1.3 Contenuto di cemento

Il contenuto minimo del cemento sarà di kg/m³ di calcestruzzo vibrato in opera e dovrà essere controllato con la frequenza di con le modalità di cui alla norma **UNI 6393**. Una volta stabilito attraverso lo studio della miscela il contenuto da adottare, questo dovrà mantenersi nel campo di tolleranza del $\pm 3\%$ della quantità prevista.

58.1.4 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/m³). Il valore del contenuto da rispettare sarà quello determinato in laboratorio al momento dello studio di formulazione e approvato dalla direzione dei lavori.

L'impresa fisserà in conseguenza le quantità d'acqua da aggiungere alla miscela secca nel mescolatore, tenuto conto dell'acqua inclusa assorbita ed adsorbita nei materiali granulari e delle perdite per evaporazione durante il trasporto.

Il contenuto di acqua di impasto, tenendo anche conto dell'eventuale aggiunta di additivi fluidificanti, superfluidificanti e di nuova generazione, dovrà essere il minimo sufficiente a conferire all'impasto la lavorabilità specificata compatibilmente con il raggiungimento delle resistenze prescritte, in modo da realizzare un calcestruzzo compatto, evitando al tempo stesso la formazione di uno strato d'acqua libera o di malta liquida sulla superficie degli impasti dopo la vibrazione.

Per realizzare le esigenze sopra citate, il rapporto acqua/cemento, che non dovrà superare il valore di, potrà ridursi, pur evitando di scendere al di sotto di, con taluni additivi superfluidificanti e di nuova generazione (entrambi i valori tengono conto dell'acqua adsorbita dagli inerti oltre all'acqua di impasto).

Il valore ottimo della consistenza, a cui attenersi durante la produzione del calcestruzzo, verrà scelto in funzione delle caratteristiche della macchina a casseforme scorrevoli, eventualmente, dopo aver eseguito una strisciata di prova. I singoli valori dell'abbassamento alla prova del cono (slump test), dovranno risultare all'impianto comunque non superiori a mm, e i valori di lavorabilità, determinati con la prova Vebè su calcestruzzo prelevato immediatamente prima dello scarico dal ribaltabile di approvvigionamento, dovranno risultare compresi fra 6 e 10 secondi.

58.1.5 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; l'aria intrappolata deve essere: +%.

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

58.1.6 Resistenze meccaniche

La formulazione prescelta per il calcestruzzo dovrà essere tale da garantire i valori minimi di resistenza meccanica illustrati nella tabella 58.1, rispettivamente su provini cubici o cilindrici confezionati e maturati con le modalità di cui alle norme **UNI EN 12390-1**, **UNI EN 12390-2** e **UNI EN 12390-3**.

Tabella 58.1 - Valori minimi di resistenza meccanica

Stagionatura	A 3 giorni ⁽¹⁾	A 28 giorni
Compressione	\geq N/mm ²	\geq N/mm ²
Trazione per flessione	\geq N/mm ²	\geq N/mm ²
Trazione indiretta	\geq N/mm ²	\geq N/mm ²

⁽¹⁾ Potranno essere richieste, in progetto o all'inizio del cantiere, le stesse resistenze indicate, ma a due giorni.

La resistenza a trazione per flessione verrà determinata con prove eseguite su provini di forma prismatica con le modalità di cui alla norma **UNI EN 12390-5**. Nella fase di studio della formulazione del calcestruzzo, i valori di resistenza da confrontare con quelli minimi richiesti dovranno risultare dalla media di non meno di tre provini distinti, i cui singoli valori non dovranno

scostarsi dalla media di più del 10%. Tale media verrà calcolata ponderalmente attribuendo il coefficiente 2 al risultato intermedio.

La resistenza a trazione indiretta verrà determinata su provini di forma cilindrica con prove eseguite con modalità di cui alla norma **UNI EN 12390-6**. I valori della resistenza a rottura determinati sui tre tipi di provini anzidetti saranno considerati validi se non inferiori ai valori richiesti.

58.2 Confezione, trasporto e posa in opera del calcestruzzo per strutture in calcestruzzo semplice e armato

58.2.1 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 allorquando quest'ultima superi il valore di 2 cm. All'interno del mescolatore si dovrà anche controllare giornalmente, prima dell'inizio del lavoro, che non siano presenti incrostazioni di calcestruzzo indurito.

58.2.2 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:

- 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.

58.2.3 *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.

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

58.2.5 *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 contrattualistica e classe di consistenza.

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

NORMA DI RIFERIMENTO

UNI EN 206-1 – *Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.***58.2.6** *Esecuzione del getto del calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato***58.2.6.1** *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;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

58.2.6.2 *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 casseformi;
- i giunti di ripresa delle armature;
- la bagnatura dei casseri;
- le giunzioni tra i casseri;
- la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali;
- la stabilità delle casseformi, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm. Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni, e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0°C, salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

58.2.6.3 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.

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.

58.2.6.4 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 venti 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.

58.2.6.5 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 vibratorii, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

Nei getti in pendenza è opportuno predisporre dei cordolini d'arresto atti ad evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.

Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti ad impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate ed autorizzate dal direttore dei lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.

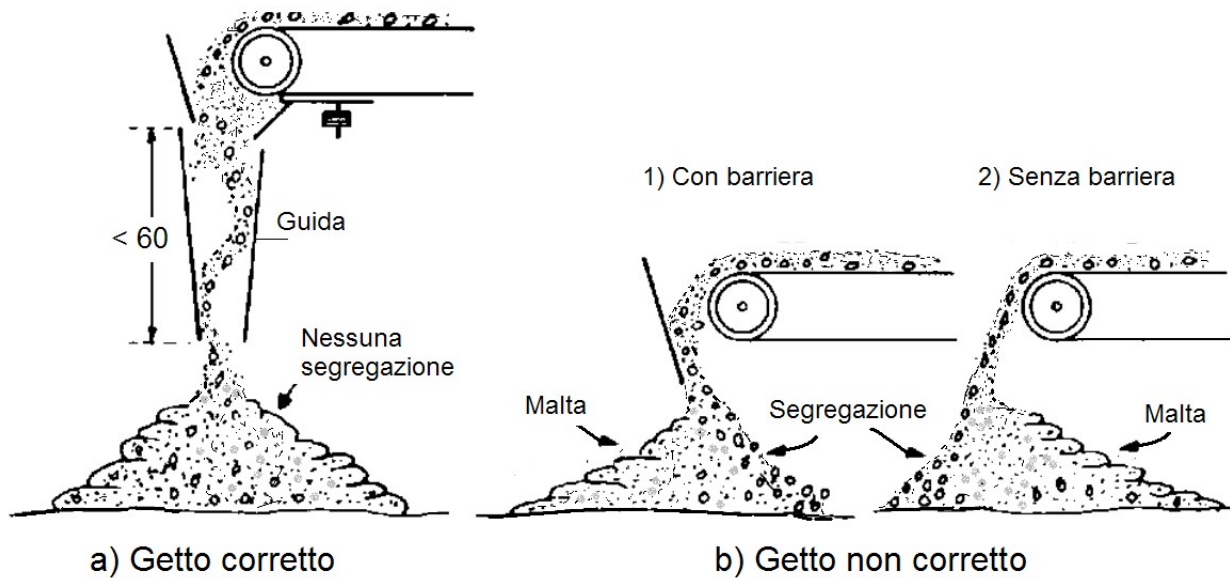


Figura 58.1 - Esempi di getto di calcestruzzo con nastro trasportatore: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione.

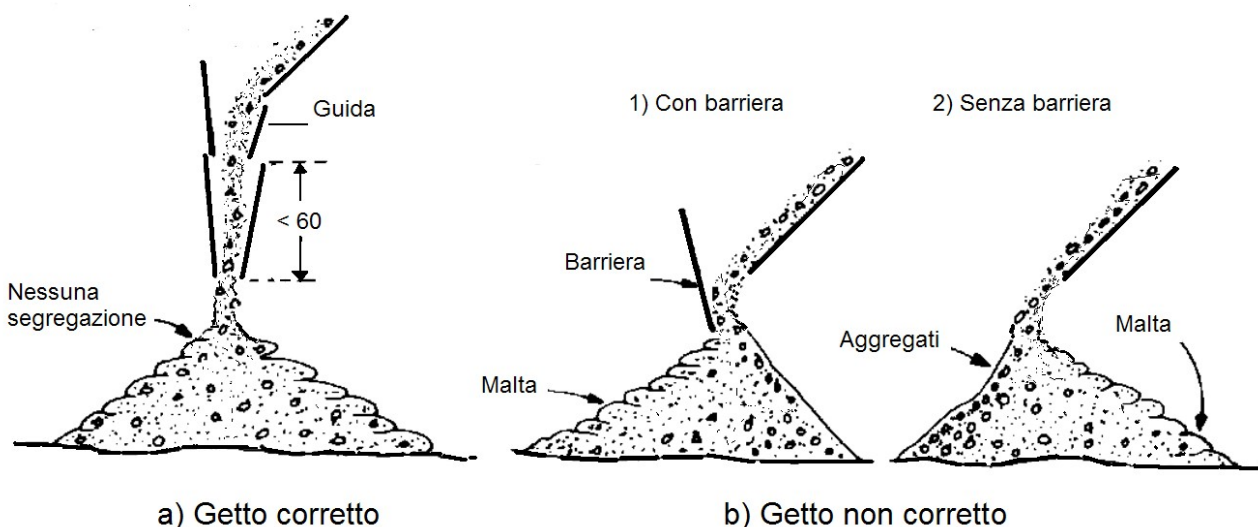


Figura 58.2 - Esempi di getto di calcestruzzo da piano inclinato: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione.

58.2.6.6 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.

58.2.6.7 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 $\geq +5^\circ\text{C}$. La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è $0^\circ \leq \text{C}$. 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/mm²), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.

Il valore limite (5 N/mm²) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella 58.2 sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

Tabella 58.2 - Temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto

Dimensione minima della sezione [mm ²]			
< 300	300 ÷ 900	900 ÷ 1800	> 1800
Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13°C	10°C	7°C	5°C
Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione			
1,15°C/h	0,90°C/h	0,70°C/h	0,45°C/h

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5°C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

58.2.6.8 *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 nel corso della messa in opera;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua, sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35°C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si possono aggiungere additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori.

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione, oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

58.2.6.9 *Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito*

Le interruzioni del getto devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che, mediante vibrazione, si ottenga la monoliticità del calcestruzzo.

Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa, sia lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie deve essere scalfita e pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine), o con tecniche

diverse che prevedono l'utilizzo di additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

In sintesi:

- le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;
- le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose, che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo.

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

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come elementi tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti da aste virtuali di calcestruzzo che, come si è detto in precedenza, abbiano a trovare una buona imposta ortogonale rispetto al loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza).

Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore. Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del direttore dei lavori.

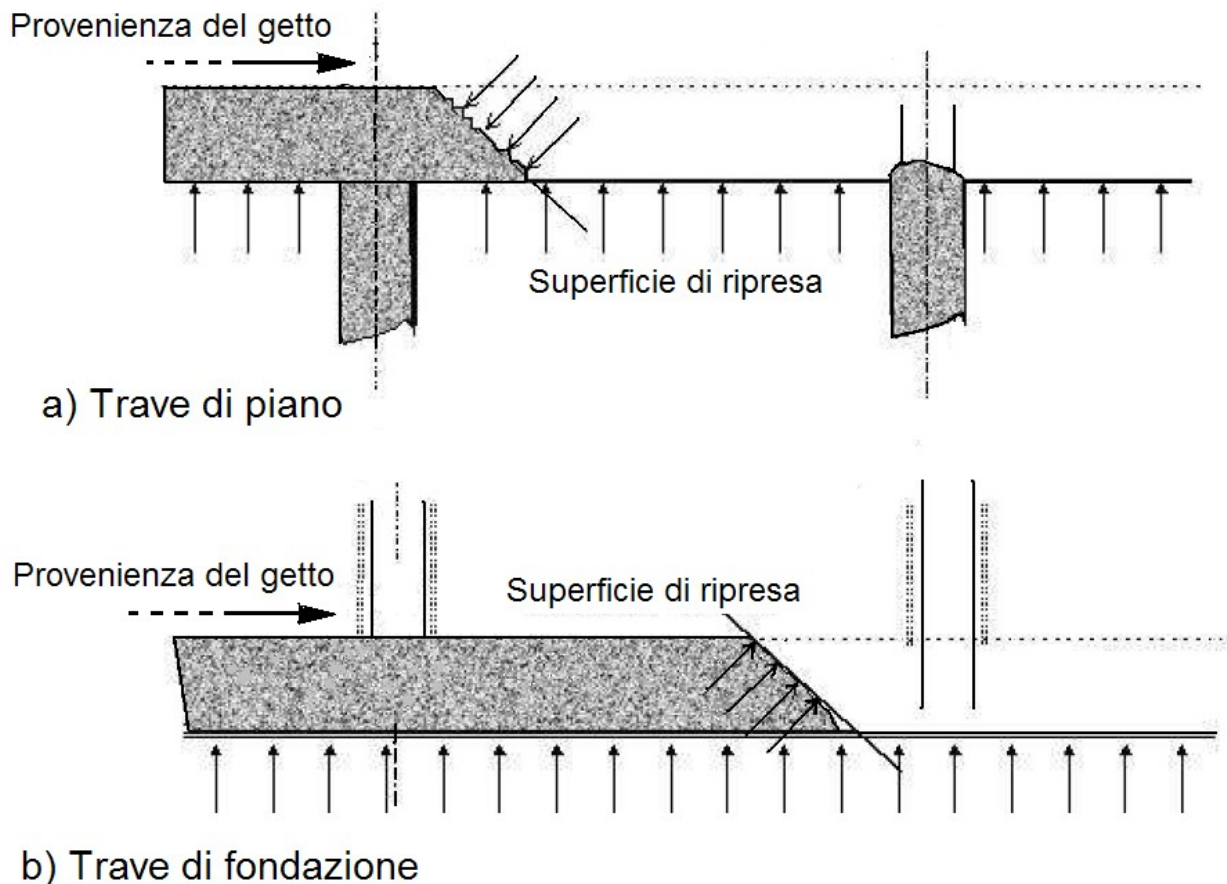


Figura 58.3 - Modalità di ripresa del getto in travi di piano e di fondazione

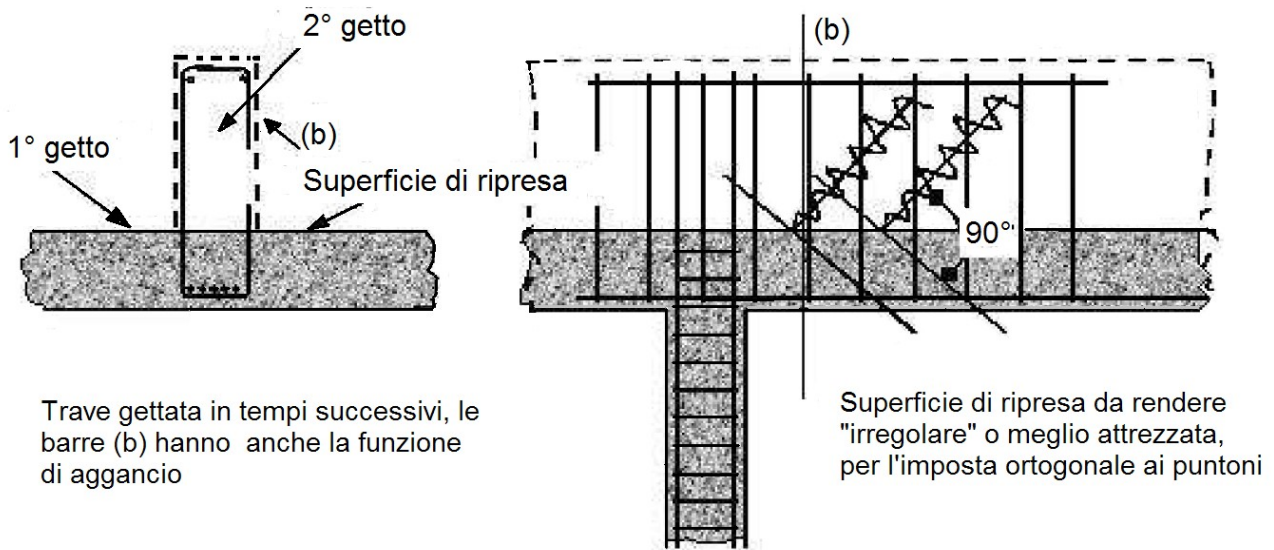


Figura 58.4 - Modalità di ripresa del getto su travi di spessore elevato

58.2.6.10 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.

58.2.6.10.1 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.

I vibratorii interni, detti anche *ad immersione* o *ad ago*, sono i più usati nei cantieri. Essi sono costituiti da una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione flessibile. Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e 0,6 m, mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 Hz.

L'uso dei 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.

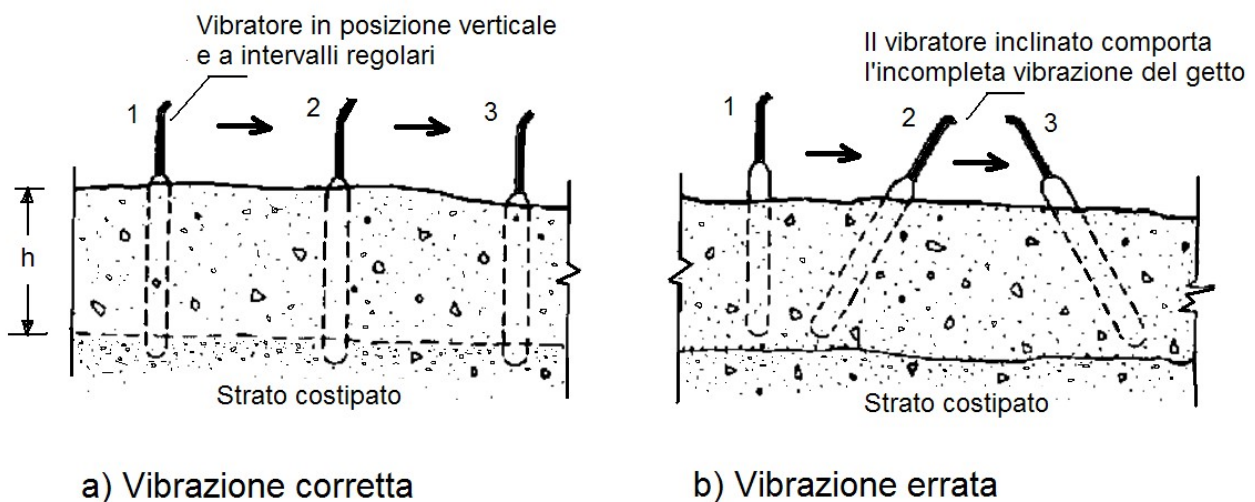


Figura 58.5 - Esecuzione del getto e modalità di costipazione mediante vibrazione interna

58.2.6.11 Stagionatura

58.2.6.11.1 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°C ;
 - la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di 20°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°C .
- È compito della direzione dei lavori specificare le modalità di ispezione e di controllo.

58.2.6.11.2 *Protezione in generale*

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

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche. Inoltre, ancora, per evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e, quindi, scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione;
- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in cemento armato sottili, oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

58.2.6.11.3 *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:

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

CASSAFORMA ISOLANTE

Il $\Delta t \leq 20^{\circ}\text{C}$ può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, ad esempio legno compensato con spessore ≥ 2 cm, o se il getto si trova contro terra.

SABBIA E FOGLIO DI POLIETILENE

La parte superiore del getto si può proteggere con un foglio di polietilene coperto con 7-8 cm di sabbia. Il foglio di polietilene ha anche la funzione di mantenere la superficie pulita e satura d'umidità.

IMMERSIONE IN LEGGERO STRATO D'ACQUA

La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, si suggerisce di creare un cordolo perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua.

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

COIBENTAZIONE CON TELI FLESSIBILI

Sono ideali nelle condizioni invernali, in quanto permettono di trattenere il calore nel getto, evitando la dispersione naturale. Si deve tener conto, tuttavia, che nella movimentazione le coperte possono essere facilmente danneggiate.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, occorre prevedere ed eseguire in cantiere una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

58.2.6.11.4 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 58.3 sono riportati, in funzione dello sviluppo della resistenza e della temperatura del calcestruzzo, la durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse da X0 e XC1.

Tabella 58.3 - Durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse (da X0 a XC1)

Temperatura t della superficie del calcestruzzo [°C]	Durata minima della stagionatura (giorni)			
	Sviluppo della resistenza in base al rapporto $r = (f_{cm2}/f_{cm28})^1$			
	Rapido $r \geq 0,50$	Medio $0,50 < r \leq 0,30$	Lento $0,30 < r \leq 0,15$	Molto lento $r < 0,15$
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,0	3
$25 > t \geq 15$	1,0	2,0	3,0	5
$15 > t \geq 10$	2,0	4,0	7,0	10
$10 > t \geq 5$	3,0	6,0	10	15

¹ La velocità di sviluppo della resistenza r è calcolata in base al rapporto sperimentale della resistenza meccanica f_{cm} alla compressione determinata alla scadenza di 2 e 28 giorni. Al tempo di maturazione specificato deve essere aggiunto l'eventuale tempo di presa eccedente le cinque ore. Il tempo durante il quale il calcestruzzo rimane a temperatura $< 5^\circ\text{C}$ non deve essere computato come tempo di maturazione.

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria ad ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme, e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);

- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e nei punti di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;
- applicare prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni di protezione curing non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbiatura o l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di curing serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista.

Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

58.2.6.11.5 Norme di riferimento per i prodotti filmogeni

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

UNI 8656 – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;*

UNI 8657 – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;*

UNI 8658 – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;*

UNI 8659 – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;*

UNI 8660 – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.*

58.2.6.11.6 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.

58.2.6.11.7 Maturazione accelerata con getti di vapore saturo

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80°C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60°C, e il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10°C/h.

A titolo orientativo potranno essere eseguite le raccomandazioni del documento ACI 517.2R-80 (Accelerated Curing of Concrete at Atmospheric Pressure).

58.2.7 Casseforme e puntelli per le strutture in calcestruzzo semplice e armato

58.2.7.1 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.

Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altri materiali assorbenti, calcestruzzo compreso, prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.

Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranze dello spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.

Nella tabella 58.4 sono indicati i principali difetti delle casseforme, le conseguenze e le possibili precauzioni per evitare, o almeno contenere, i difetti stessi.

Tabella 58.4 - Difetti delle casseforme, conseguenze e precauzioni

Difetti	Conseguenze	Precauzioni
Per le casseforme		
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
Per i pannelli		
Superficie troppo assorbente	Superficie del calcestruzzo omogenea e di colore chiaro	Saturare le casseforme con acqua. Usare un idoneo prodotto disarmante e/o impermeabilizzante
Superficie non assorbente	Presenza di bolle superficiali	Distribuire correttamente il disarmante. Far rifluire il calcestruzzo dal basso

Superficie ossidata	Tracce di macchie e di ruggine	Pulire accuratamente le casseforme metalliche. Utilizzare un prodotto disarmante anticorrosivo
Per i prodotti disarmanti		
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

58.2.7.1.1 Casseforme speciali

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

Le casseforme rampanti si sorreggono sul calcestruzzo indurito dei getti sottostanti precedentemente messi in opera. Il loro fissaggio è realizzato mediante bulloni o barre inserite nel calcestruzzo. L'avanzamento nei getti è vincolato al raggiungimento, da parte del calcestruzzo, di una resistenza sufficiente a sostenere il carico delle armature, del calcestruzzo del successivo getto, degli uomini e delle attrezzature.

Questa tecnica è finalizzata alla realizzazione di strutture di notevole altezza, quali pile di ponte, ciminiera, 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, ciminiera.

L'utilizzo delle casseforme scorrevoli comporta dei vincoli per le proprietà del calcestruzzo fresco. Nel caso delle casseforme scorrevoli orizzontali, è richiesta una consistenza quasi asciutta (S1-S2). Il calcestruzzo deve rendersi plastico sotto l'effetto dei vibratori, ma al rilascio dello stampo deve essere sufficientemente rigido per autosostenersi. Con le casseforme scorrevoli verticali, invece, il tempo d'indurimento e la scorrevolezza del calcestruzzo sono parametri vincolanti e devono essere costantemente controllati.

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

58.2.7.1.2 Casseforme in legno

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso, l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti. Le parti componenti i casseri devono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Tabella 58.5 - Legname per carpenteria

Tavolame	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
Legname segato	travi (sostacchine)	sezione quadrata da 12 · 12 a 20 · 20 cm

		lunghezza 4 m
Legname tondo	antenne, candeie	diametro min 12 cm lunghezza > 10-12 cm
	pali, ritti	diametro 10-12 cm lunghezza > 6-12 cm
Residui di lavorazioni precedenti	da tavole (mascelle) da travi (mozzature)	lunghezza >20 cm

Fonte: AITEC, *Il cemento armato: carpenteria*.

58.2.7.1.3 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.

58.2.7.1.4 Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

Gli inserti destinati a mantenere le armature in posizione, quali distanziali, tiranti, barre o altri elementi incorporati o annegati nella sezione come placche e perni di ancoraggio, devono:

- essere fissati solidamente in modo tale che la loro posizione rimanga quella prescritta anche dopo la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo;
- non indebolire la struttura;
- non indurre effetti dannosi al calcestruzzo, agli acciai di armatura e ai tiranti di precompressione;
- non provocare macchie inaccettabili;
- non nuocere alla funzionalità o alla durabilità dell'elemento strutturale;
- non ostacolare la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo.

Ogni elemento annegato deve avere una rigidità tale da mantenere la sua forma durante le operazioni di messa in opera del calcestruzzo.

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo. In particolare, viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nell'esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo. Dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla direzione dei lavori, potranno essere adottati altri sistemi, prescrivendo le cautele da adottare.

È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici; sono, invece, ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile. Si preferiranno, quindi, forme cilindriche, semicilindriche e emisferiche.

58.2.7.1.5 Strutture di supporto

Le strutture di supporto devono prendere in considerazione l'effetto combinato:

- del peso proprio delle casseforme, dei ferri d'armatura e del calcestruzzo;
- della pressione esercitata sulle casseforme dal calcestruzzo in relazione ai suoi gradi di consistenza più elevati, particolarmente nel caso di calcestruzzo autocompattante (SCC);
- delle sollecitazioni esercitate da personale, materiali, attrezzature, ecc., compresi gli effetti statici e dinamici provocati dalla messa in opera del calcestruzzo, dai suoi eventuali accumuli in fase di getto e dalla sua compattazione;
- dei possibili sovraccarichi dovuti al vento e alla neve.

Alle casseforme non devono essere connessi carichi e/o azioni dinamiche dovute a fattori esterni quali, ad esempio, le tubazioni delle pompe per calcestruzzo. La deformazione totale delle casseforme, e la somma di quelle relative ai pannelli e alle strutture di supporto, non deve superare le tolleranze geometriche previste per il getto.

Per evitare la deformazione del calcestruzzo non ancora completamente indurito e le possibili fessurazioni, le strutture di supporto devono prevedere l'effetto della spinta verticale e orizzontale del calcestruzzo durante la messa in opera e, nel caso in cui la struttura di supporto poggi, anche parzialmente, al suolo, occorrerà assumere i provvedimenti necessari per compensare gli eventuali assestamenti.

Nel caso del calcestruzzo autocompattante (SCC) non è prudente tener conto della riduzione di pressione laterale, che deve essere considerata di tipo idrostatico agente su tutta l'altezza di getto, computata a partire dalla quota d'inizio o di ripresa di getto. Per evitare la marcatura delle riprese di getto, compatibilmente con la capacità delle casseforme a resistere alla spinta idrostatica esercitata dal materiale fluido, il calcestruzzo autocompattante deve essere messo in opera in modo continuo, programmando le riprese di getto lungo le linee di demarcazione architettoniche (modanature, segna-piano, ecc.).

58.2.7.2 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.

58.2.7.3 Predisposizione di fori, tracce, cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi, per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

58.2.8 Linee generali per il disarmo delle strutture in cemento armato

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto. Queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:

- sopportare le azioni applicate;
- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate;
- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti.

I carichi sopportati da ogni centina devono essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.

La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata e mantenuta durante l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio. L'appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni dalla data di esecuzione del getto.

Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari ad evitare brusche sollecitazioni e azioni dinamiche. Infatti, l'eliminazione di un supporto dà luogo, nel punto di applicazione, ad una repentina forza uguale e contraria a quella esercitata dal supporto (per carichi verticali, si tratta di forze orientate verso il basso, che danno luogo ad impropri aumenti di sollecitazione delle strutture). Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la resistenza indicata dal progettista, e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della legge n. 1086/1971. In ogni caso, il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la direzione dei lavori.

Si deve porre attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo, come pure al disarmo e alla rimozione delle strutture di sostegno delle solette e delle travi. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato, dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle

strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei, e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

Tabella 58.6 - Tempi minimi per del disarmo delle strutture in cemento armato dalla data del getto

Strutture	Calcestruzzo normale [giorni]	Calcestruzzo ad alta resistenza [giorni]
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

58.2.8.1 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.*

58.2.8.2 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.

58.2.8.3 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.

58.3 Prescrizioni specifiche per il calcestruzzo a faccia vista

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme, il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe. La sabbia, invece, dovrà provenire dalla stessa cava ed avere granulometria e composizione costante.

Le opere o i costituenti delle opere a faccia a vista, che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore, dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura. In particolare, si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.

Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo. Qualora queste apparissero, sarà onere dell'appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

Le superfici finite e curate – come indicato ai punti precedenti – dovranno essere adeguatamente protette, se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse.

Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altri elementi che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica.

Si dovranno evitare, inoltre, macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa. In tali casi, occorrerà prendere i dovuti provvedimenti, evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e, successivamente, sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.

Tutti gli elementi, metallici e non, utilizzati per la legatura e il sostegno dei casseri dovranno essere rimossi dopo la scasseratura.

58.4 Difetti superficiali delle strutture, cause e rimedi

I difetti superficiali del calcestruzzo influenzano non solo le sue caratteristiche estetiche, ma anche quelle di durabilità.

I più frequenti difetti superficiali sono riportati nelle tabelle che seguono, con le indicazioni relative alle cause e ai rimedi che devono essere adottati.

Tabella 58.7 - Nidi di ghiaia

Nidi di ghiaia (presenza di aggregato grosso non ricoperto da malta cementizia)		
Cause		Rimedi
Progettuali	Sezione con forte congestione dei ferri di armatura e mancanza di spazio per l'introduzione dei vibrator	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
Compattazione	Vibratori sottodimensionati per potenza, frequenza o ampiezza, tempo di vibrazione troppo breve o eccessivo, distanza eccessiva tra i punti di vibrazione, numero di vibrator insufficiente	Correggere l'uso dei vibrator

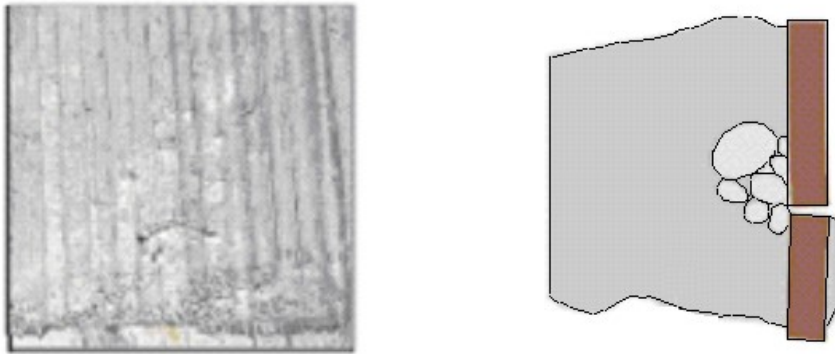


Figura 58.6 - Nidi di ghiaia

Tabella 58.8 - Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma

Cavità singole sulla superficie di forma irregolare e dimensione fino a 20 mm		
Cause		Rimedi
Progettuali	Superfici di getto in contropendenza o con interferenze	-
Casseforme	Superfici delle casseforme impermeabili, poco bagnabili, troppo flessibili, e con agente disarmante inadeguato	Adeguare il disarmante
Condizioni operative	Agente disarmante applicato in misura eccessiva o non nebulizzato, temperatura del calcestruzzo troppo elevata	Correggere l'applicazione del disarmante
Proprietà del calcestruzzo fresco	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
Messa in opera	Messa in opera del calcestruzzo discontinua o troppo lenta, portata della pompa o delle tubazioni inadeguata	Assicurare la continuità del getto
Compattazione	Ampiezza di vibrazione eccessiva, vibratore mantenuto fermo e/o parzialmente immerso, vibrazione esterna inadeguata	Correggere il metodo di vibrazione

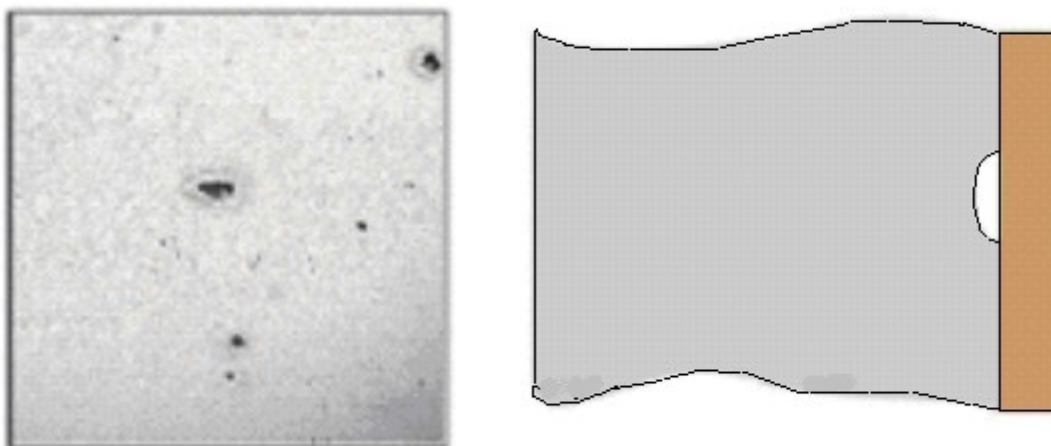


Figura 58.7 - Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma

Tabella 58.9 - Giunti delle casseforme in evidenza

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

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

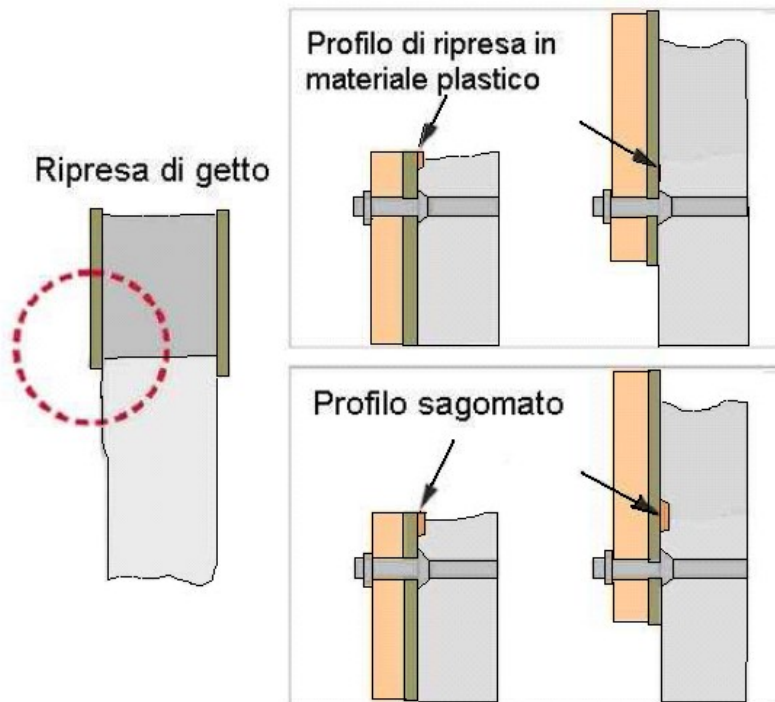


Figura 58.8 - Giunti delle casseforme in evidenza

Tabella 58.10 - Aggregati affioranti sulla superficie del calcestruzzo a vista

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

Tabella 58.11 - Fessure di assestamento

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

Tabella 58.12 - Variazioni di colore

Variazioni di colore (variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme)		
Cause		Rimedi
Progettuali	Ferri di armatura molto vicini alle casseforme	Adeguare il copriferro
Casseforme	Variazioni nelle proprietà di assorbimento superficiale, reazione fra il calcestruzzo e la superficie della cassaforma, reazione con l'agente disarmante, perdita di boiacca in corrispondenza dei giunti	Correggere le casseforme
Proprietà del calcestruzzo fresco	Granulometria inadeguata degli aggregati, miscelazione non completa, calcestruzzo troppo scorrevole, vibrazione eccessiva	Adeguare la miscela
Messa in opera	Segregazione dei costituenti, consistenza troppo fluida	Aggiustare la consistenza
Compattazione	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Correggere la vibrazione

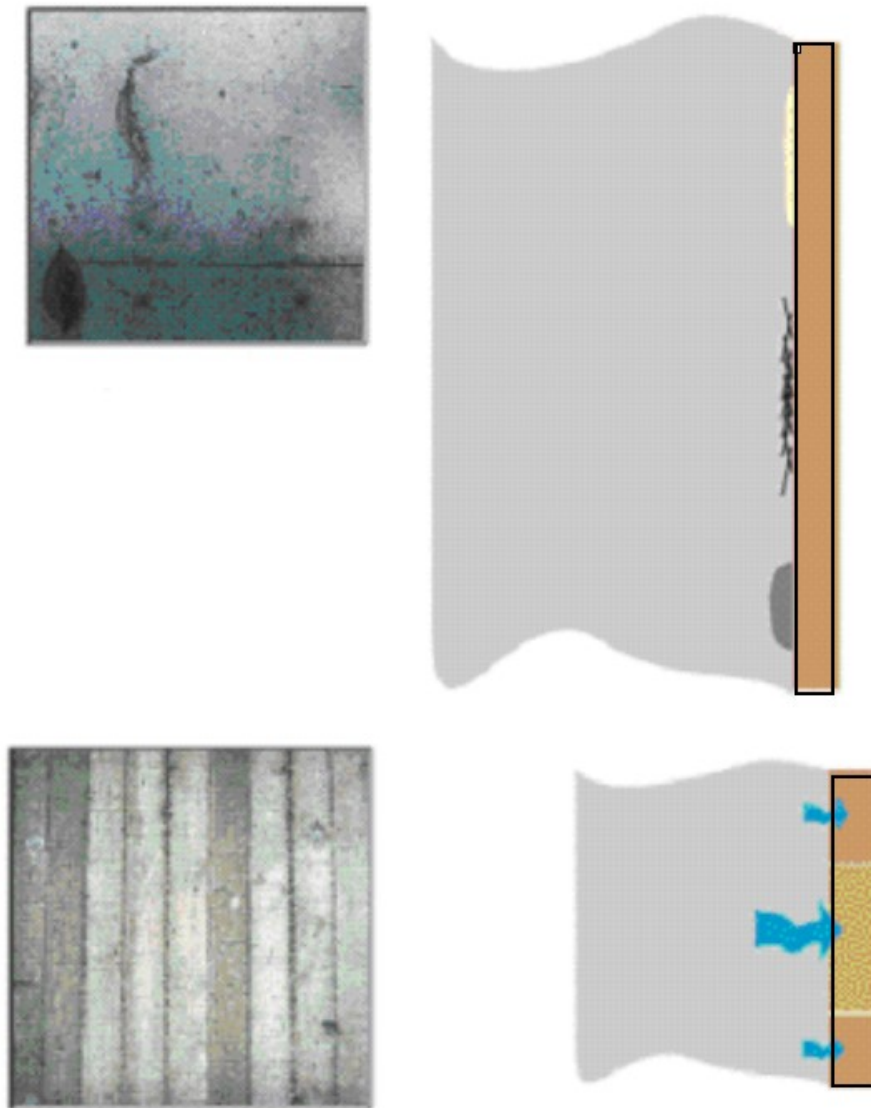


Figura 58.9 - Variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme

Tabella 58.13 - Striature di sabbia e acqua

Striature di sabbia e acqua (variazioni di colore o di ombre dovute alla separazione di particelle fini)		
Cause		Rimedi
Casseforme	Mancanza di tenuta delle casseforme, acqua in eccesso sul fondo della cassaforma risalente durante il getto	Adeguare le casseforme, drenare e asciugare l'acqua
Condizioni operative	Temperatura bassa, calcestruzzo con eccesso di acqua	Adottare una protezione per le casseforme
Proprietà del calcestruzzo fresco	Scarso o eccessivamente ricco di fini, miscela arida, con insufficiente contenuto di pasta	Adeguare la miscela
Messa in opera	Troppo veloce	Correggere la messa in opera
Compattazione	Vibrazione e/o ampiezza di vibrazione eccessive	Adeguare la vibrazione

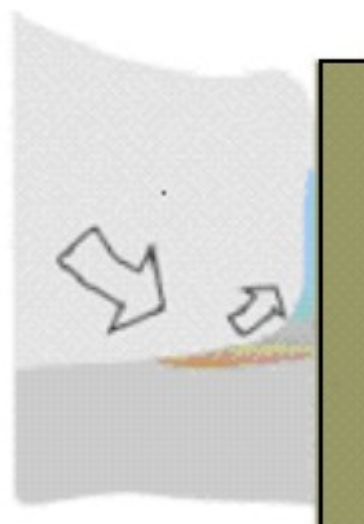
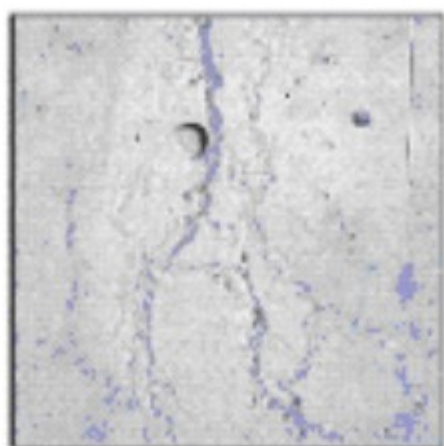


Figura 58.10 - Striature di sabbia e acqua

Tabella 58.14 - Delimitazione degli strati

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

Tabella 58.15 - Giunti freddi

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

Tabella 58.16 - Marcatura delle casseforme

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

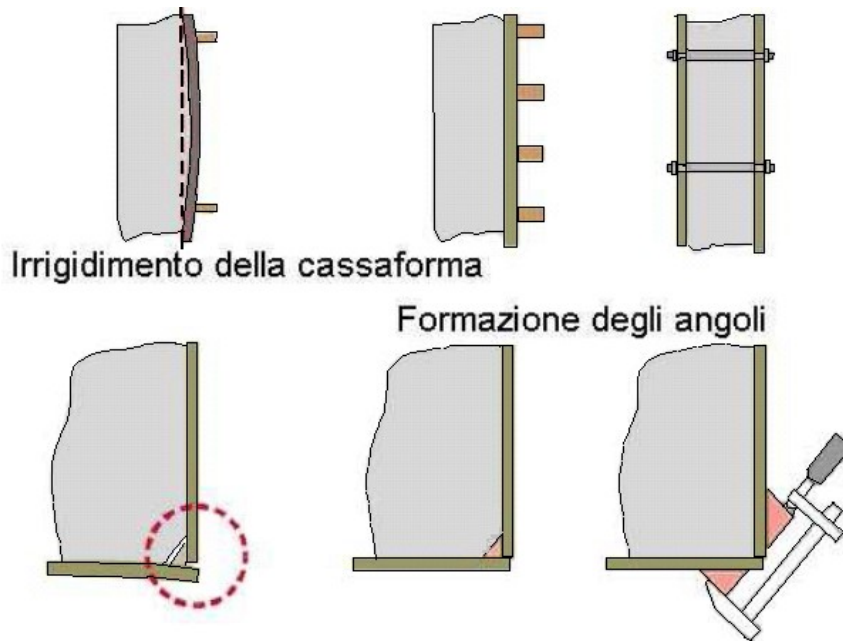


Figura 58.11 - Marcatura delle casseforme

58.5 Tolleranze dimensionali

58.5.1 Pilastrì

LUNGHEZZA ± 1 cm
 DIMENSIONE ESTERNA $\pm 0,5$ cm
 FUORI PIOMBO PER METRO DI ALTEZZA 1/500
 INCAVO PER ALLOGGIAMENTO TRAVI $\pm 0,5$ cm

58.5.2 Travi

LUNGHEZZA ± 2 cm
 LARGHEZZA $\pm 0,5$ cm
 ALTEZZA ± 1 cm
 SVERGOLATURE PER METRO DI LUNGHEZZA 1/1000

Art. 59. Armature minime e limitazioni geometriche delle sezioni degli elementi strutturali in c.a.

59.1 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. 17 gennaio 2018.

59.1.1 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 $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$, essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

In ogni caso, almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

59.1.2 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.

59.1.3 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 60.1, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di tabella 4.1.IV delle norme tecniche per le costruzioni. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da cemento armato o cavi aderenti da cemento armato precompresso (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti, ecc.) o monodimensionale (travi, pilastri, ecc).

Ai valori della tabella 60.1 devono essere aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

I valori della tabella 60.1 si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (tipo 2 secondo la tabella 2.4.I delle norme tecniche per le costruzioni). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 secondo la citata tabella 2.4.I) i valori della tabella 60.1 vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a C_{min} , i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

Per acciai inossidabili, o in caso di adozione di altre misure protettive contro la corrosione e verso i vani interni chiusi di solai alleggeriti (alveolari, predalles, ecc.), i copriferri potranno essere ridotti in base a documentazioni di comprovata validità.

Tabella 60.1 - Valori minimi di copriferro

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

59.2 Dettagli costruttivi

Le indicazioni fornite nel seguito in merito ai dettagli costruttivi si applicano sia alle strutture in cemento armato gettate in opera che alle strutture in cemento armato prefabbricate. I dettagli costruttivi sono articolati in termini di:

- limitazioni geometriche;
- limitazioni di armatura.

59.2.1 Limitazioni geometriche

59.2.1.1 Travi

La larghezza b della trave deve essere ≥ 20 cm e, per le travi basse comunemente denominate a *spessore*, deve essere non maggiore della larghezza del pilastro, aumentata da ogni lato di metà dell'altezza della sezione trasversale della trave stessa, risultando, comunque, non maggiore di due volte bc , essendo bc la larghezza del pilastro ortogonale all'asse della trave.

Il rapporto b/h tra larghezza e altezza della trave deve essere $\geq 0,25$.

Non deve esserci eccentricità tra l'asse delle travi che sostengono pilastri in falso e l'asse dei pilastri che le sostengono. Esse devono avere almeno due supporti, costituiti da pilastri o pareti. Le pareti non possono appoggiarsi in falso su travi o solette.

Le zone critiche si estendono, per CD"B" e CD"A", per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro o da entrambi i lati a partire dalla sezione di prima plasticizzazione. Per travi che sostengono un pilastro in falso, si assume una lunghezza pari a due volte l'altezza della sezione misurata da entrambe le facce del pilastro.

59.2.1.2 Pilastri

La dimensione minima della sezione trasversale non deve essere inferiore a 250 mm.

Se q , quale definito nel paragrafo 7.3.1 delle norme tecniche per le costruzioni, risulta $> 0,1$, l'altezza della sezione non deve essere inferiore ad un decimo della maggiore tra le distanze tra il punto in cui si annulla il momento flettente e le estremità del pilastro.

In assenza di analisi più accurate, si può assumere che la lunghezza della zona critica sia la maggiore tra l'altezza della sezione, 1/6 dell'altezza libera del pilastro, 45 cm, l'altezza libera del pilastro se questa è inferiore a tre volte l'altezza della sezione.

59.2.1.3 Nodi trave-pilastro

Sono da evitare, per quanto possibile, eccentricità tra l'asse della trave e l'asse del pilastro concorrenti in un nodo. Nel caso che tale eccentricità superi 1/4 della larghezza del pilastro, la trasmissione degli sforzi deve essere assicurata da armature adeguatamente dimensionate allo scopo.

59.2.1.4 Pareti

Lo spessore delle pareti deve essere non inferiore al valore massimo tra 150 mm (200 mm nel caso in cui nelle travi di collegamento siano da prevedersi, ai sensi del paragrafo 7.4.4.6 (armature inclinate) delle norme tecniche per le costruzioni, e 1/20 dell'altezza libera di interpiano.

Possono derogare da tale limite, su motivata indicazione del progettista, le strutture a funzionamento scatolare ad un solo piano non destinate ad uso abitativo.

Devono essere evitate aperture distribuite irregolarmente, a meno che la loro presenza non venga specificamente considerata nell'analisi, nel dimensionamento e nella disposizione delle armature. In assenza di analisi più accurate, si può assumere che l'altezza delle zone critiche sia la maggiore tra la larghezza della parete e $1/6$ della sua altezza.

59.2.2 Limitazioni di armatura

59.2.2.1 Travi

Armature longitudinali

Almeno due barre di diametro non inferiore a 14 mm devono essere presenti superiormente e inferiormente per tutta la lunghezza della trave.

Le armature longitudinali delle travi, sia superiori che inferiori, devono attraversare, di regola, i nodi, senza ancorarsi o giuntarsi per sovrapposizione in essi. Quando ciò non risulti possibile, sono da rispettare le seguenti prescrizioni:

- le barre vanno ancorate oltre la faccia opposta a quella di intersezione con il nodo, oppure rivoltate verticalmente in corrispondenza di tale faccia, a contenimento del nodo;
- la lunghezza di ancoraggio delle armature tese va calcolata in modo da sviluppare una tensione nelle barre pari a $1,25 f_{yk}$, e misurata a partire da una distanza pari a 6 diametri dalla faccia del pilastro verso l'interno.

La parte dell'armatura longitudinale della trave che si ancora oltre il nodo non può terminare all'interno di una zona critica, ma deve ancorarsi oltre di essa.

La parte dell'armatura longitudinale della trave che si ancora nel nodo, invece, deve essere collocata all'interno delle staffe del pilastro.

Per nodi esterni si può prolungare la trave oltre il pilastro, si possono usare piastre saldate alla fine delle barre, si possono piegare le barre per una lunghezza minima pari a dieci volte il loro diametro, disponendo un'apposita armatura trasversale dietro la piegatura.

Armature trasversali

Nelle zone critiche devono essere previste staffe di contenimento. La prima staffa di contenimento deve distare non più di 5 cm dalla sezione a filo pilastro; le successive, invece, devono essere disposte ad un passo non superiore alla minore tra le grandezze seguenti:

- $1/4$ dell'altezza utile della sezione trasversale;
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CD "A" e CD "B";
- sei volte e otto volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CD "A" e CD "B";
- ventiquattro volte il diametro delle armature trasversali.

Per staffa di contenimento si intende una staffa rettangolare, circolare o a spirale, di diametro minimo 6 mm, con ganci a 135° prolungati per almeno 10 diametri alle due estremità. I ganci devono essere assicurati alle barre longitudinali.

59.2.2.2 Pilastri

Nel caso in cui i tamponamenti non si estendano per l'intera altezza dei pilastri adiacenti, l'armatura risultante deve essere estesa per una distanza pari alla profondità del pilastro oltre la zona priva di tamponamento. Nel caso in cui l'altezza della zona priva di tamponamento fosse inferiore a 1,5 volte la profondità del pilastro, devono essere utilizzate armature bi-diagonali.

Nel caso precedente, qualora il tamponamento sia presente su un solo lato di un pilastro, l'armatura trasversale da disporre alle estremità del pilastro deve essere estesa all'intera altezza del pilastro.

Armature longitudinali

Per tutta la lunghezza del pilastro l'interasse tra le barre non deve essere superiore a 25 cm.

Nella sezione corrente del pilastro, la percentuale geometrica ρ di armatura longitudinale, con ρ rapporto tra l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i seguenti limiti: $1\% \leq \rho \leq 4\%$. Se sotto l'azione del sisma la forza assiale su un

pilastro è di trazione, la lunghezza di ancoraggio delle barre longitudinali deve essere incrementata del 50%.

Armature trasversali

Nelle zone critiche devono essere rispettate le condizioni seguenti:

- le barre disposte sugli angoli della sezione devono essere contenute dalle staffe;
- almeno una barra ogni due, di quelle disposte sui lati, deve essere trattenuta da staffe interne o da legature;
- le barre non fissate devono trovarsi a meno di 15 cm e 20 cm da una barra fissata, rispettivamente per CD"A" e CD"B".

Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore a 6 mm, e il loro passo deve essere non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:

- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CD"A" e CD"B";
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CD"A" e CD"B";
- sei e otto volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CD"A" e CD"B".

59.2.2.3 Nodi trave-pilastro

Lungo le armature longitudinali del pilastro che attraversano i nodi non confinati devono essere disposte staffe di contenimento in quantità almeno pari alla maggiore prevista nelle zone del pilastro inferiore e superiore adiacenti al nodo. Questa regola può non essere osservata nel caso di nodi interamente confinati.

59.2.2.4 Pareti

Le armature, sia orizzontali che verticali, devono avere diametro non superiore ad 1/10 dello spessore della parete, devono essere disposte su entrambe le facce della parete, ad un passo non superiore a 30 cm, e devono essere collegate con legature, in ragione di almeno nove ogni metro quadrato. Nella zona critica si individuano alle estremità della parete due zone confinate aventi per lati lo spessore della parete e una lunghezza confinata l_c pari al 20% della lunghezza in pianta l della parete stessa e comunque non inferiore a 1,5 volte lo spessore della parete. In tale zona il rapporto geometrico $\frac{l_c}{l}$ dell'armatura totale verticale, riferito all'area confinata, deve essere compreso entro i seguenti limiti: 1% $\leq \frac{l_c}{l} \leq$ 4%. Nelle zone confinate l'armatura trasversale deve essere costituita da barre di diametro non inferiore a 6 mm, disposti in modo da fermare una barra verticale ogni due, con un passo non superiore a otto volte il diametro della barra o a 10 cm. Le barre non fissate devono trovarsi a meno di 15 cm da una barra fissata. Le armature inclinate che attraversano potenziali superfici di scorrimento devono essere efficacemente ancorate al di sopra e al di sotto della superficie di scorrimento, e attraversare tutte le sezioni della parete poste al di sopra di essa e distanti da essa meno della minore tra 1/2 altezza e 1/2 larghezza della parete. Nella rimanente parte della parete, in pianta ed in altezza, vanno seguite le regole delle condizioni non sismiche, con un'armatura minima orizzontale e verticale pari allo 0,2%, per controllare la fessurazione da taglio.

59.2.2.5 Travi di accoppiamento

Nel caso di armatura ad X, ciascuno dei due fasci di armatura deve essere racchiuso da armatura a spirale o da staffe di contenimento con passo non superiore a 100 mm. In questo caso, in aggiunta all'armatura diagonale, deve essere disposta nella trave un'armatura di almeno 10 cm di diametro, distribuita a passo 10 cm in direzione sia longitudinale che trasversale, e un'armatura corrente di due barre da 16 mm ai bordi superiore e inferiore. Gli ancoraggi delle armature nelle pareti devono essere del 50% più lunghi di quanto previsto per il dimensionamento in condizioni non sismiche.

Art. 60. Solai misti di cemento armato e cemento armato precompresso

60.1 Limiti dimensionali

Le varie parti del solaio devono rispettare i seguenti limiti dimensionali:

- la larghezza delle nervature deve essere non minore di 1/8 del loro interasse, e comunque non inferiore a 80 mm. Nel caso di produzione di serie in stabilimento di pannelli solaio completi, il limite può scendere a 50 mm;
- l'interasse delle nervature deve essere non maggiore di quindici volte lo spessore della soletta;
- la dimensione massima del blocco di laterizio non deve essere maggiore di 520 mm.

60.2 Esecuzione

60.2.1 Bagnatura degli elementi

Prima di procedere ai getti di calcestruzzo, i blocchi di laterizi devono essere convenientemente bagnati.

60.2.2 Blocchi

I blocchi per solai con rilevanti difetti di costruzione o danneggiati durante la movimentazione per la posa in opera, devono essere eliminati e sostituiti con altri idonei.

60.2.3 Allineamenti e forzature

Si dovrà curare il corretto allineamento dei blocchi evitando la forzatura dei blocchi interposti tra i travetti prefabbricati.

60.2.4 Calcestruzzi per i getti in opera

Si dovrà studiare la composizione del calcestruzzo in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite. Il diametro massimo degli inerti impiegati nella composizione del calcestruzzo non deve superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature né la distanza netta minima tra le armature. Il getto di calcestruzzo deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con gli eventuali altri elementi prefabbricati.

60.2.5 Puntellamento provvisorio

Ogni campata di solaio deve risultare idoneamente puntellata con un numero di puntelli rompitratta di numero e sezione adeguata, in funzione del carico da sostenere prima della maturazione del calcestruzzo. Il sistema di sostegno non deve pregiudicare la planarità della superficie di intradosso per effetto della deformazione dovuta ai carichi.

Art. 61. Esecuzione di strutture in acciaio

61.1 Composizione degli elementi strutturali

61.1.1 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.

61.1.2 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;

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

61.1.3 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.

61.2 Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza

61.2.1 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° 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° 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.

61.2.2 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.

61.3 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.

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 65.1. 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 65.1 - Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	D
Riferimento				
Materiale base: spessore minimo delle membrature	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 ¹
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio 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
¹ Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.				

61.3.1 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 saldobrasatura 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.

61.3.2 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.

61.3.3 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.

61.4 Apparecchi di appoggio

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

61.5 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 sovrasspessori.

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

61.5.1 Norme di riferimento

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

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. 62. Esecuzione di strutture composte di acciaio e calcestruzzo

62.1 Dettagli costruttivi della zona di connessione a taglio

Il copriferro al di sopra dei connettori a piolo deve essere almeno 20 mm. Lo spessore del piatto a cui il connettore è saldato deve essere sufficiente per l'esecuzione della saldatura e per una efficace trasmissione delle azioni di taglio. La distanza minima tra il connettore e il bordo della piattabanda cui è collegato deve essere almeno 20 mm.

L'altezza complessiva del piolo dopo la saldatura deve essere almeno tre volte il diametro del gambo del piolo, d . La testa del piolo deve avere diametro pari ad almeno $1,5 d$ e spessore pari ad almeno $0,4 d$. Quando i connettori a taglio sono soggetti ad azioni che inducono sollecitazioni di fatica, il diametro del piolo non deve eccedere 1,5 volte lo spessore del piatto a cui è collegato. Quando i connettori a piolo sono saldati sull'ala, in corrispondenza dell'anima del profilo in acciaio, il loro diametro non deve essere superiore a 2,5 volte lo spessore dell'ala.

Quando i connettori sono utilizzati con le lamiera grecate per la realizzazione degli impalcati negli edifici, l'altezza nominale del connettore deve sporgere non meno di due volte il diametro del gambo al di sopra della lamiera grecata. L'altezza minima della greca che può essere utilizzata negli edifici è di 50 mm.

62.2 Spessori minimi

Nelle travi composte da profilati metallici e soletta in cemento armato lo spessore della soletta collaborante non deve essere inferiore a 50 mm e lo spessore della piattabanda della trave di acciaio cui è collegata la soletta non deve essere inferiore a 5 mm.

62.3 Colonne composte

62.3.1 Generalità e tipologie

Si considerano colonne composte soggette a compressione centrata, presso-flessione e taglio, costituite dall'unione di profili metallici, armature metalliche e calcestruzzo, con sezione costante:

- (a) sezioni completamente rivestite di calcestruzzo;
- (b) sezioni parzialmente rivestite di calcestruzzo;
- (c) sezioni scatolari rettangolari riempite di calcestruzzo;
- (d) sezioni circolari cave riempite di calcestruzzo.

Si veda la figura 66.1.

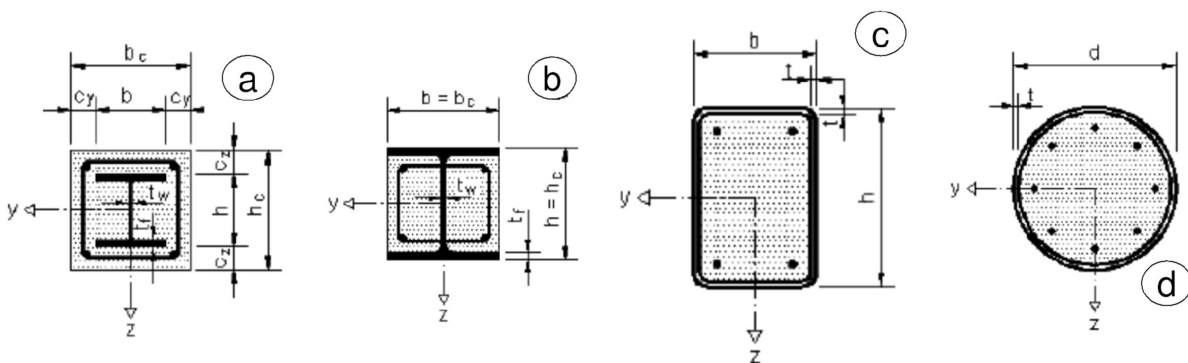


Figura 66.1 - Tipi di sezioni per colonne composte

62.3.2 Copriferro e minimi di armatura

Si devono rispettare le seguenti limitazioni:

- il copriferro dell'ala deve essere non minore di 40 mm, né minore di 1/6 della larghezza dell'ala;
- il copriferro delle armature deve essere in accordo con le disposizioni relative alle strutture in cemento armato ordinario.

Le armature devono essere realizzate rispettando le seguenti indicazioni:

- l'armatura longitudinale, nel caso che venga considerata nel calcolo, non deve essere inferiore allo 0,3% della sezione in calcestruzzo;
- l'armatura trasversale deve essere progettata seguendo le regole delle strutture in cemento armato ordinario;
- la distanza tra le barre e il profilo può essere inferiore a quella tra le barre oppure nulla; in questi casi il perimetro efficace per l'aderenza acciaio-calcestruzzo deve essere ridotto alla metà o a un quarto, rispettivamente;
- le reti elettrosaldate possono essere utilizzate come staffe nelle colonne rivestite ma non possono sostituire l'armatura longitudinale.

Nelle sezioni riempite di calcestruzzo generalmente l'armatura non è necessaria.

62.3.3 Solette composte con lamiera grecata

Si definisce *composta* una soletta in calcestruzzo gettata su una lamiera grecata, in cui quest'ultima, ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, partecipa alla resistenza dell'insieme, costituendo interamente o in parte l'armatura inferiore.

La trasmissione delle forze di scorrimento all'interfaccia fra lamiera e calcestruzzo non può essere affidata alla sola aderenza, ma si devono adottare sistemi specifici, che possono essere:

- a ingranamento meccanico fornito dalla deformazione del profilo metallico o a ingranamento ad attrito nel caso di profili sagomati con forme rientranti (figura 66.2 (a) e (b));
- con ancoraggi di estremità costituiti da pioli saldati o altri tipi di connettori, purché combinati a sistemi ad ingranamento (figura 66.2 (c));

- con ancoraggi di estremità ottenuti con deformazione della lamiera, purché combinati con sistemi a ingranamento per attrito (figura 66.2 (d)).
Occorre, in ogni caso, verificare l'efficacia e la sicurezza del collegamento tra lamiera grecata e calcestruzzo.

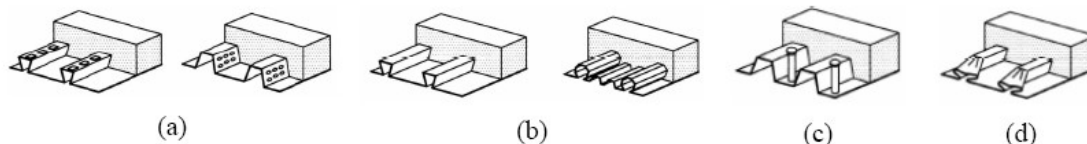


Figura 66.2 - Tipiche forme di connessione per ingranamento delle solette composte

62.3.3.1 Spessore minimo delle lamiere grecate

Lo spessore delle lamiere grecate impiegate nelle solette composte non deve essere inferiore a 0,8 mm. Lo spessore della lamiera potrà essere ridotto a 0,7 mm quando in fase costruttiva vengano studiati idonei provvedimenti atti a consentire il transito in sicurezza dei mezzi d'opera e del personale.

62.3.3.2 Spessore minimo della soletta

L'altezza complessiva h del solaio composto non deve essere minore di 80 mm. Lo spessore del calcestruzzo h_c al di sopra dell'estradosso delle nervature della lamiera non deve essere minore di 40 mm.

Se la soletta realizza con la trave una membratura composta, oppure è utilizzata come diaframma orizzontale, l'altezza complessiva non deve essere minore di 90 mm e h_c non deve essere minore di 50 mm.

62.3.3.3 Dimensione nominale degli inerti

La dimensione nominale dell'inerte dipende dalla più piccola dimensione dell'elemento strutturale nel quale il calcestruzzo deve essere gettato.

62.3.3.4 Appoggi

Le solette composte sostenute da elementi di acciaio o calcestruzzo devono avere una larghezza di appoggio minima di 75 mm, con una dimensione di appoggio del bordo della lamiera grecata di almeno 50 mm.

Nel caso di solette composte sostenute da elementi in diverso materiale, tali valori devono essere portati rispettivamente a 100 mm e 70 mm.

Nel caso di lamiere sovrapposte o continue che poggiano su elementi di acciaio o calcestruzzo, l'appoggio minimo deve essere 75 mm e, per elementi in altro materiale, 100 mm.

I valori minimi delle larghezze di appoggio riportati in precedenza possono essere ridotti, in presenza di adeguate specifiche di progetto circa tolleranze, carichi, campate, altezza dell'appoggio e requisiti di continuità per le armature.

Art. 63. Solai in ferro e tavelloni

63.1 Solai con tavelloni

I solai misti in acciaio e tavelloni sono formati da profilati metallici e laterizi e massetto in cemento armato, con armatura di ripartizione, e riempimento (cretonato) in calcestruzzo alleggerito o altro materiale, in modo da raggiungere l'altezza del profilato metallico.

Le tipologie più comuni di solai sono:

- solaio con tavelloni appoggiati lungo l'estradosso dell'ala inferiore;
- solaio con travi a vista con tavelloni appoggiati lungo l'estradosso dell'ala superiore;
- solaio con camera d'aria.

La funzione dei laterizi e del calcestruzzo non è di essere collaborante con la sezione resistente del profilato, ma quella di struttura secondaria portata dai profilati.

63.2 Solai ad orditura semplice

Il solaio ad orditura semplice è composto da travi disposte parallelamente al lato minore del vano, aventi interasse solitamente non superiore a 100 cm in relazione all'entità dei carichi gravanti. In caso di dimensioni maggiori, è consigliabile armare i tavelloni con barre di piccolo diametro sigillando i fori con malta cementizia.

È buona regola d'arte disporre lungo il muro perimetrale un profilato su cui fare appoggiare i tavelloni. In questo caso si può impiegare un profilato a C.

63.3 Solai ad orditura composta

Il solaio ad orditura composta è impiegato per coprire ambienti con luce netta maggiore di 6÷7 m. A differenza di quello ad orditura semplice, ha la struttura portante composta da due ordini di travi, ovvero travi principali e travi secondarie.

Le travi secondarie sono disposte ortogonalmente a quelle principali e possono essere collegate nei seguenti tre modi:

- poste sopra le principali, e in questo caso si ha un solaio di notevole spessore;
- fissate mediante ferri angolari saldati bullonati alle anime delle travi principali;
- poggiate sulle ali inferiori delle travi principali.

Le travi principali, in presenza di carichi elevati, possono essere costituite anche da due travi accostate.

Art. 64. Esecuzione delle coperture continue (piane)

64.1 Definizioni

Si definiscono *coperture continue* quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- copertura senza elemento termoisolante con strato di ventilazione oppure senza;
- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

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 definiti secondo la norma **UNI 8178** e di seguito descritti.

64.1.1 Copertura non termoisolata non ventilata

La copertura non termoisolata non ventilata avrà come strati di elementi fondamentali:

- l'elemento portante, con funzioni strutturali;
- lo strato di pendenza, con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
- l'elemento di tenuta all'acqua, con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
- lo strato di protezione, con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.

64.1.2 Copertura ventilata ma non termoisolata

La copertura ventilata ma non termoisolata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- lo strato di ventilazione, con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- lo strato di pendenza (se necessario);
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato di protezione.

64.1.3 Copertura termoisolata e ventilata

La copertura termoisolata e ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- l'elemento termoisolante;
- lo strato di irrigidimento o supporto, con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;

- lo strato di ventilazione;
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato filtrante, con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
- lo strato di protezione.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della norma **UNI 8178**, sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

6.4.2 Realizzazione degli strati

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto.

Ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni di seguito descritte.

Per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già fornite nel presente capitolato sui calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio- calcestruzzo, sulle strutture o prodotti di legno, ecc.

Per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico e, inoltre, si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo.

Per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo.

Lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegamento con l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, ecc., capaci di garantire adeguato ricambio di aria, ma limitare il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti.

Lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo. Le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate nell'articolo sui prodotti per coperture. In fase di posa si dovranno curare la corretta realizzazione dei giunti, utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), e le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc., ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato. Le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo sui prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante, allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto che garantiscano continuità anche nei punti particolari, quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).

Sarà curato, inoltre, che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) o altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire un'esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto.

Lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con fogli di nontessuto sintetico o altro prodotto adatto accettato dalla direzione dei lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento, con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili.

Lo strato di protezione sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto. I materiali (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione, quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni, curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc., tra la copertura e la pavimentazione sovrastante.

Lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto, si rinviano i materiali allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione, si curerà che il piano (o i piani) inclinato che lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza,

e che nel piano non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolino il deflusso dell'acqua. Si cureranno, inoltre, le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc. Lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (si veda l'articolo sui prodotti per coperture continue). Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), e, inoltre, saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua. Per gli altri strati complementari riportati nella norma **UNI 8178**, si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile.

64.3 *Lucernari*

64.3.1 *Generalità*

I lucernari sono discontinuità dei solai di copertura da realizzare con infisso esterno piano o inclinato, per consentire l'illuminazione naturale e/o l'aerazione degli ambienti.

Possano essere:

- di tipo piano, verticale o a shed;
- di tipo continuo o puntiforme.

Il sistema costruttivo deve garantire le stesse prestazioni degli infissi verticali:

- tenuta dell'acqua piovana;
- resistenza al vento;
- resistenza al fuoco;
- permeabilità all'aria.

Deve essere consentito il rapido smaltimento delle acque piovane, ed evitato il gocciolamento o la formazione di condensa sulla superficie vetrata interna negli ambienti riscaldati.

64.3.2 *Lucernari continui*

Lucernari termoformati, in polimetilmetacrilato (PMMA) o policarbonato compatto, componibili mediante sovrapposizione degli elementi di testata con intermedi e settori di compensazione fino al raggiungimento delle lunghezze richieste.

Proteggono i fissaggi mediante bicchierini a tenuta in acrilico antiurto trasparenti, ispezionabili, resistenti alla aggressione dei raggi UV.

I materiali utilizzati dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- assenza di viraggi molecolari;
- indifferenza alle radiazioni ultraviolette;
- massima trasmittanza luminosa (neutro);
- massima diffondenza luminosa (opalino).

L'eventuale inserimento di sistema di apertura per elementi singoli o multipli o per l'intero lucernario potrà essere:

- meccanismo elettrico;
- manuale;
- a passo d'uomo;
- evacuazione di fumo e calore.

64.3.3 *Lucernari a piramide*

I lucernari a piramide sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

64.3.4 *Lucernari continui a sesto ribassato*

I lucernari continui a sesto ribassato sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

64.3.5 *Lucernari continui a vela*

I lucernari continui a vela sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

64.3.6 *Lucernari a cupola*

Sono lucernari monolitici termoformati, in polimetilmetacrilato (PMMA) o policarbonato compatto, con morfologia a cupola, a base circolare-ampiezza della curva standard, o secondo specifiche richieste.

64.3.7 *Norme di riferimento*

UNI 9494 – *Evacuatori di fumo e calore. Caratteristiche, dimensionamento e prove;*

UNI 10890 – *Elementi complementari di copertura. Cupole e lucernari continui di materiale plastico. Determinazione della resistenza alla grandine e limiti di accettazione;*

UNI 8090 – *Edilizia. Elementi complementari delle coperture. Terminologia;*

UNI EN ISO 10077-1 – *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità.*

Art. 65. Opere di impermeabilizzazione

65.1 *Definizioni*

Si definiscono *opere di impermeabilizzazione* quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o vapore) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti contro terra, ecc.) o, comunque, lo scambio igrometrico tra ambienti.

Le opere di impermeabilizzazione si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

65.2 *Categorie di impermeabilizzazioni*

Le impermeabilizzazioni si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- impermeabilizzazioni di opere interrato;
- impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

65.3 *Realizzazione*

Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali. Ove non siano specificate in dettaglio nel progetto, o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per le impermeabilizzazioni di coperture, si veda il relativo articolo di questo capitolato.
- per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, si veda l'articolo sui prodotti per pavimentazione.

65.3.1 *Impermeabilizzazione di opere interrato*

Per l'impermeabilizzazione di opere interrato valgono le prescrizioni di seguito indicate.

Per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti e alla lacerazione, meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di riporto (che, comunque, dovrà essere ricollocato con le dovute cautele). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno. Inoltre, durante la realizzazione, si curerà che i risvolti, i punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti, onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.

Per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà come indicato sopra circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica.

Per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno), in modo da avere continuità e adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta.

Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi o in pasta, si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità e anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione, ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc., nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno. Durante l'esecuzione, si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione – ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza – saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione.

65.3.2 Impermeabilizzazioni di elementi verticali

Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc.

Gli strati dovranno essere realizzati con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc. curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento. L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali e altri prodotti simili, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia e osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

65.4 Controlli del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori, per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti e, inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare, verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili, verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.) l'impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc..

A conclusione dell'opera, eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, l'interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.

Art. 66. Esecuzione delle pareti esterne e delle partizioni interne

66.1 Definizioni

Per *parete esterna* si intende il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno.

Per *partizione interna* si intende un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Nell'esecuzione delle pareti esterne si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, ad intercapedine, termoisolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina o inserita).

Nell'esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

66.2 Strati funzionali

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie di parete è composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni).

66.2.1 Pareti a cortina (facciate continue)

Le pareti a cortina (facciate continue) saranno realizzate utilizzando i materiali e i prodotti rispondenti al presente capitolato (vetro, isolanti, sigillanti, pannelli, finestre, elementi portanti, ecc.). Le parti metalliche si intendono lavorate in modo da non subire microfessure o comunque danneggiamenti e, a seconda del metallo, opportunamente protette dalla corrosione.

Durante il montaggio, si curerà la corretta esecuzione dell'elemento di supporto e il suo ancoraggio alla struttura dell'edificio, eseguendo (per parti) verifiche della corretta esecuzione delle giunzioni (bullonature, saldature ecc.) e del rispetto delle tolleranze di montaggio e dei giochi. Si effettueranno prove di carico (anche per parti) prima di procedere al successivo montaggio degli altri elementi.

La posa dei pannelli di tamponamento, dei telai, dei serramenti, ecc. sarà effettuata rispettando le tolleranze di posizione, e utilizzando i sistemi di fissaggio previsti. I giunti saranno eseguiti secondo il progetto e, comunque, posando correttamente le guarnizioni e i sigillanti, in modo da garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, all'aria, l'isolamento termico, acustico ecc., tenendo conto dei movimenti localizzati della facciata e dei suoi elementi dovuti a variazioni termiche, pressione del vento, ecc.

La posa di scossaline, coprigiunti, ecc. avverrà in modo da favorire la protezione e la durabilità dei materiali protetti, e in modo che le stesse non siano danneggiate dai movimenti delle facciate.

66.2.2 Pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, ecc.

Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti similari, saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo sulle opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.) richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc. si rinvia alle prescrizioni date nell'articolo relativo alle coperture.

Per gli intonaci e i rivestimenti in genere, si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comunque, in relazione alle funzioni attribuite alle pareti e al livello di prestazione richiesto, si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione, si curerà la completa esecuzione dell'opera con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni, curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

66.2.2.1 Applicazione dei pannelli di cartongesso

I pannelli di cartongesso devono essere fissati alle strutture esistenti mediante tasselli con alette laterali antirotazione e collare per evitare tensioni sui materiali e impedire al tassello di penetrare nel foro.

La stuccatura dei giunti deve essere effettuata con prodotto premiscelato composto da gesso, farina di roccia e additivi specifici per migliorare la lavorazione e l'adesione. Tale prodotto può essere anche utilizzato per la rasatura completa e per l'incollaggio (ad esempio su calcestruzzo) di lastre in cartongesso e per piccole riparazioni di parti in gesso o cartongesso ammalorate. La superficie deve essere asciutta, consistente e libera da polvere, sporco, efflorescenze saline, ecc. Eventuali tracce di oli, grassi, cere, ecc. devono essere preventivamente rimosse. Bisogna verificare che le lastre in cartongesso siano fissate adeguatamente al supporto. Le superfici lisce e non assorbenti devono essere preventivamente trattate con specifico prodotto. Il trattamento deve essere effettuato anche per le superfici molto assorbenti.

La lavorazione del prodotto per stuccatura deve essere effettuata con spatola, frattazzo e cazzuola. Non deve essere utilizzato il materiale che sta indurendo né deve essere aggiunta acqua

per tentare di ripristinare la lavorabilità perduta. Bisogna stuccare i giunti avendo cura di annegare apposite retine di armatura e applicando successivamente due mani di rasatura a distanza di almeno cinque-sette ore l'una dall'altra.

66.2.3 Partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito

Le partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito (con o senza piccole opere di adeguamento nelle zone di connessione con le altre pareti o con il soffitto), devono essere realizzate con prodotti rispondenti alle prescrizioni date nell'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne. Nell'esecuzione si seguiranno le modalità previste dal produttore (ivi incluso l'utilizzo di appositi attrezzi) e approvate dalla direzione dei lavori.

Si curerà la corretta predisposizione degli elementi che svolgono anche funzione di supporto, in modo da rispettare le dimensioni, le tolleranze e i giochi previsti o, comunque, necessari ai fini del successivo assemblaggio degli altri elementi. Si curerà che gli elementi di collegamento e di fissaggio vengano posizionati e installati in modo da garantire l'adeguata trasmissione delle sollecitazioni meccaniche.

Il posizionamento di pannelli, vetri, elementi di completamento, ecc. sarà realizzato con l'interposizione di guarnizioni, distanziatori, ecc., che garantiscano il raggiungimento dei livelli di prestazione previsti e siano completate con sigillature, ecc. Il sistema di giunzione nel suo insieme deve completare il comportamento della parete e deve essere eseguito secondo gli schemi di montaggio previsti. Analogamente, si devono eseguire secondo gli schemi previsti e con accuratezza le connessioni con le pareti murarie, con i soffitti, ecc.

66.3 Parete divisoria modulare

66.3.1 Generalità

La parete divisoria modulare dovrà essere composta da montanti verticali in alluminio e giunti orizzontali in metallo. La struttura interamente assemblata è posizionata all'interno di due correnti in acciaio preverniciato, entrambe rifinite da una guarnizione morbida in PVC di colore nero per migliorare l'abbattimento acustico della parete, che può raggiungere, con l'inserimento anche di materiale isolante, i 45 dB a frequenze di 500 Hz.

L'intera struttura deve potere per accogliere qualsiasi tipo di distribuzione elettrica, telefonica, ecc. Tutte le superfici devono essere conformi alle attuali normative vigenti, riguardanti l'emissione di sostanze tossiche e nocive quali la formaldeide (pannelli in classe E1). Le pannellature cieche, le cornici delle porte e i telai dei vetri, posizionati a scatto lungo il montante verticale della struttura con particolari ganci in PVC ignifughi, sono facilmente ispezionabili.

Un distanziatore in alluminio regolabile, posizionato tra le linee di fuga delle pannellature, deve garantire un ottimo allineamento dei pannelli.

La modularità deve consentire l'inserimento, lo spostamento o il riadattamento di ogni elemento della parete, in qualunque posizione e in qualsiasi momento, secondo le particolari specifiche d'utenza.

66.3.2 Modulo cieco

Il modulo cieco finito, con spessore totale di cm, può essere composto da due pannelli di spessore Mm, in truciolare nobilitato barrierato, rivestito con carte melaminiche antigraffio, antiriflesso e lavabili, e nelle colorazioni o scelte della direzione dei lavori.

66.3.3 Modulo vetrato

Il modulo vetrato finito, con spessore totale di cm, dovrà essere composto da due lastre di vetro di spessore non inferiore a 4 mm temperato e serigrafato, complanari alle pannellature cieche, bloccate da un doppio telaio in alluminio proposto nella finitura verniciata

66.3.4 Modulo porta

Il modulo porta finito, con spessore totale di cm, deve essere composto da un telaio in alluminio verniciato mix grigio con doppia cornice a sezione arrotondata, munita di guarnizioni perimetrali di battuta in dutral di colore nero, ed è realizzato con struttura in abete tamburato a nido d'ape rivestita esternamente in laminato, nelle medesime finiture delle pannellature cieche.

I moduli porta devono essere forniti di serie con serratura e pomolo premi-apri, cerniere in alluminio verniciato con apertura a 170°.

66.3.5 *Normativa di riferimento*

Le pareti divisorie devono essere costruite secondo le normative di sicurezza e d'accessibilità vigenti, ovvero:

- antinfortunistica;
- antincendio;
- insonorizzazione;
- accesso disabili.

66.3.6 *Norme antincendio*

Si richiamano le seguenti norme:

D.M. 9 marzo 2007 – *Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco;*

D.M. 30 novembre 1983 – *Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi.*

66.4 *Diffusori e mattoni di vetro*

66.4.1 *Generalità*

La forma, le tolleranze dimensionali e le caratteristiche dei materiali dei diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni destinati all'impiego nelle costruzioni devono essere conformi alla norma **UNI EN 1051-1**.

È definito *diffusore di vetro* (di forma quadrata, rettangolare o rotonda) per pareti, un elemento cavo di vetro pressofuso ermetico, da utilizzare in pareti o pavimentazioni. Gli elementi per pavimentazioni possono essere solidi o cavi.

I diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni devono essere fabbricati da vetro di silicato sodocalcico, conforme alla norma **UNI EN 572-1**.

Gli eventuali rivestimenti dei bordi devono essere compatibili e legati ai diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni.

Le tolleranze sulle dimensioni dei diffusori di vetro per pareti/pavimentazioni sono quelle indicate nel prospetto I della norma **UNI EN 572-1**.

Ai fini dell'accettazione i diffusori di vetro devono essere privi di difetti visivi come macchie e inclusioni opache.

66.4.2 *Diffusori per pavimentazioni*

I diffusori di vetro per pavimentazioni devono essere sottoposti a prova della resistenza a compressione, che deve essere eseguita perpendicolarmente alle facce visibili dei diffusori di vetro per pavimentazioni (appendice B, norma **UNI EN 572-1**).

66.4.3 *Diffusori per pareti*

I diffusori di vetro per pareti devono essere sottoposti a prova della resistenza a compressione come descritto dall'appendice B, norma **UNI EN 572-1**.

66.4.4 *Pareti interne o esterne verticali*

UNI EN 1051-1 – *Vetro per edilizia. Diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni. Parte 1: Definizioni e descrizione;*

UNI EN 1051-2 – *Vetro per edilizia. Mattoni di vetro per pareti e pavimentazioni. Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto.*

Art. 67. Esecuzione di intonaci

67.1 *Generalità*

L'esecuzione degli intonaci deve sempre essere preceduta da una accurata preparazione delle superfici.

Le superfici da intonacare devono essere ripulite da eventuali grumi di malta, regolarizzate nei punti più salienti e poi accuratamente bagnate.

Nel caso di murature in blocchetti di calcestruzzo o pareti in getto di calcestruzzo, l'esecuzione degli intonaci deve essere preceduta da un rinzaffo di malta fluida di sabbia e cemento applicata a cazzuola e tirata a frettazzo lungo in modo da formare uno strato molto scabro dello spessore non superiore a 5 mm.

Non si può procedere all'esecuzione di intonaci, in particolare quelli esterni, quando le strutture non siano protette dagli agenti atmosferici, ossia quando vi sia la possibilità che le acque di pioggia possano imbibire le superfici da intonacare e neppure quando la temperatura minima nelle 24 ore sia tale da pregiudicare la buona presa della malta. A questa limitazione si può derogare nel caso degli intonaci interni eseguiti in ambienti provvisoriamente chiusi e provvisti di adeguate sorgenti di calore.

Nel caso dell'esecuzione di intonaci su murature appoggiate contro strutture in conglomerato di cemento armato che saranno lasciate a vista, in corrispondenza delle linee di giunzione si devono realizzare scuretti aventi larghezza di 1 cm e profondità di 50 cm – se a spigolo vivo – o a 45° se le strutture in calcestruzzo si presentano con spigoli smussati.

Se espressamente indicato nei disegni di progetto esecutivo, in corrispondenza dell'intersezione tra i piani verticali e i piani orizzontali degli intonaci interni, devono essere realizzati degli scuretti sui piani verticali aventi altezza 1 cm e profondità 50 cm.

Nel caso di intonaci da applicare su strutture di calcestruzzo di cemento armato, si prescrive l'impiego di una rete metallica (o altro materiale idoneo) fissato al supporto allo scopo di eliminare la cavillatura lungo le linee di contatto tra i due materiali di diversa costituzione.

Gli intonaci finiti devono avere lo spessore maggiore o uguale a quello indicato nel progetto esecutivo o voce dell'elenco prezzi, compreso l'onere per la formazione degli spigoli, angoli, suggellature all'incrocio con i pavimenti e i rivestimenti e quanto altro richiesto dalla direzione dei lavori.

67.2 Intonaci su superfici vecchie

Per l'esecuzione degli intonaci su superfici vecchie, mai intonacate, si deve procedere al preliminare distacco di tutti gli elementi non perfettamente solidali con la muratura sottostante e alla lavatura delle superfici, in modo da garantire l'assoluta pulizia.

67.3 Intonaci da eseguire su altri esistenti

Per l'esecuzione di intonaci su altri già esistenti, si dovrà procedere al preliminare distacco di tutti i tratti di intonaco che non siano perfettamente solidali con la muratura sottostante, quindi si procederà ad una adeguata picconatura per creare una superficie su cui il nuovo intonaco possa aderire perfettamente e, successivamente, alla lavatura delle superfici in modo da garantire l'assoluta pulizia.

67.4 Intonaco grezzo o rinzaffo rustico

L'intonaco grezzo deve essere costituito da uno strato di rinzaffo rustico, applicato con predisposte poste e guide, su pareti, soffitti e volte sia per interni che per esterni. Ad applicazione conclusa non dovranno notarsi parti mancanti anche di piccole dimensioni, e la superficie dovrà essere sufficientemente ruvida da garantire l'ancoraggio dello strato successivo.

L'applicazione può essere eseguita senza l'uso di guide, a mano con cazzuola o con macchina intonacatrice con successiva regolarizzazione dello strato di malta mediante staggiatura

L'intonaco può essere composto:

- con malta di calce e pozzolana, composta da 120 kg di calce idrata per 1 m³ di pozzolana vagliata;
- con malta bastarda di calce, sabbia e cemento composta da 0,35 m³ di calce spenta, 100 kg di cemento tipo 325 e 0,9 m³ di sabbia;
- con malta cementizia composta da 300 kg di cemento tipo 325 per 1 m³ di sabbia;
- con malta preconfezionata di calce naturale, costituita esclusivamente da aggregati di sabbie a polveri carbonatiche selezionate in curva granulometrica 0-4, legante di calce aerea e calce idraulica bianca.

67.5 *Intonaco grezzo fratazzato o traversato*

L'intonaco grezzo fratazzato (o traversato) deve essere costituito da un primo strato di rinzafo e da un secondo strato fratazzato rustico, applicato con predisposte poste e guide (o sestì), su pareti e soffitti, sia per interni che per esterni.

67.6 *Intonaci a base di gesso per interni*

67.6.1 *Intonaco rustico per interni di tipo premiscelato per applicazione manuale*

L'intonaco rustico per interni costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), vermiculite espansa, perlite espansa e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato manualmente su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a frattazzo, finitura idonea a ricevere l'eventuale incollaggio di piastrelle in ceramica.

67.6.2 *Intonaco rustico per interni di tipo premiscelato, biprodotto per applicazione a macchina*

L'intonaco rustico per interni di tipo premiscelato e riprodotto, costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), vermiculite espansa, perlite espansa e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato macchina su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a frattazzo, finitura idonea a ricevere l'eventuale incollaggio di piastrelle di ceramica.

I giunti di elementi diversi devono essere armati con una rete in fibra di vetro alcali resistente. La rete portaintonaco non deve essere fissata direttamente alla muratura, ma va immersa nella parte superficiale. Gli eventuali fori o lesioni nella muratura devono essere precedentemente chiusi. Per rispettare la piombatura delle pareti, è consigliabile predisporre paraspigoli o staggie negli angoli e guide verticali nelle pareti.

Non è possibile interrompere la spruzzatura dell'intonaco per un periodo di tempo maggiore di 30 minuti. Si applica in unico strato sino a spessori di 5-30 mm spruzzando dal basso verso l'alto e, successivamente, si raddrizza con staggia ad H o coltello con passaggi in senso orizzontale e verticale, sino ad ottenere una superficie piana. Dopo l'irrigidimento (circa due ore), il materiale va spianato con la lama o il rabot. Per una finitura a civile, può essere successivamente applicata una malta fina a base di calce, senza l'aggiunta di cemento.

L'intonaco deve essere applicato su fondi asciutti con umidità non superiore al 2,5%. L'intonaco fresco deve essere protetto dal gelo e da una rapida essiccazione.

Le pitture, i rivestimenti, le tappezzerie ecc., devono essere applicati solo dopo la completa essiccazione e la stagionatura degli intonaci.

67.6.3 *Intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotta, per applicazione a macchina*

L'intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotta, costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), perlite espansa ed additivi chimici, confezionata in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici in laterizio o calcestruzzo, spianatura con riga e lisciatura a frattazzo. Per sottofondi speciali, bisogna osservare le istruzioni del fornitore. In locali umidi (bagni, cucine, garage) l'uso di questo tipo di intonaco è da evitare, e si consiglia l'applicazione di intonaci a base di calce e cemento.

I giunti di elementi diversi devono essere armati con una rete in fibra di vetro alcali resistente. La rete portaintonaco non deve essere fissata direttamente alla muratura, ma va immersa nella parte superficiale. Gli eventuali fori o lesioni nella muratura devono essere precedentemente chiusi. Per rispettare la piombatura delle pareti è consigliabile predisporre paraspigoli o staggie negli angoli e guide verticali nelle pareti.

Non è possibile interrompere la spruzzatura dell'intonaco per un periodo di tempo maggiore di 30 minuti. Si applica in unico strato sino a spessori di 5-30 mm spruzzando dal basso verso l'alto e, successivamente, si raddrizza con staggia ad H o coltello con passaggi in senso orizzontale e verticale sino ad ottenere una superficie piana. Dopo l'irrigidimento (circa due ore), il materiale va spianato con la lama o il rabot. Per una finitura a civile, può essere successivamente applicata una malta fina a base di calce, senza l'aggiunta di cemento.

L'intonaco deve essere applicato su fondi asciutti con umidità non superiore al 2,5%. L'intonaco fresco deve essere protetto dal gelo e da una rapida essiccazione.

Le pitture, i rivestimenti, le tappezzerie, ecc. devono essere applicati solo dopo la completa essiccazione e la stagionatura degli intonaci.

67.6.4 Intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a mano

L'intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato 60% e anidrite 40%, confezionato in sacchi, deve essere applicato a mano su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a frattazzo, rasata con strato di finitura dello stesso prodotto.

67.6.5 Intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a macchina.

L'intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato 60% e anidrite 40%, confezionata in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici di laterizio o calcestruzzo, spianato con staggia e lisciato a frattazzo. Su intonaci a base cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

67.6.6 Rasatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano

La rasatura per interni di tipo monoprodotto di miscela di gesso emidrato (scagliola) e additivi chimici, confezionata in sacchi, deve essere applicata a mano con cazzuola americana o frattazzo metallico. Su intonaci a base cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

L'applicazione consta di due fasi ben distinte:

- 1ª fase (carica): l'intonaco impastato viene steso sulla parete o sul soffitto, fino allo spessore desiderato, con un opportuno numero di passate successive, utilizzando la tradizionale talocchia di legno. Lo spessore totale minimo è di 5 mm;

- 2ª fase (finitura): dopo circa 30 minuti, l'intonaco deve essere lamato con la spatola americana grande per togliere le eventuali ondulazioni e successivamente, utilizzando lo stesso impasto lasciato a riposo nel gabasso, si effettuano le operazioni di ricarica. La lisciatura speculare finale si ottiene passando la superficie a vista con la spatola americana piccola, bagnando leggermente la superficie. L'intonaco così finito è idoneo a ricevere pitture all'acqua e carte da parati a superficie completamente asciutta.

Nel periodo invernale si deve evitare che la temperatura ambiente non scenda sotto i +5°C nelle prime 24 ore. Per ottenere un asciugamento ottimale è necessario arieggiare i locali, in modo da permettere la fuoriuscita dell'umidità.

Nel periodo estivo la temperatura dell'ambiente durante il periodo d'applicazione non dovrà superare i +35°C.

Il sottofondo, prima dell'applicazione del rivestimento, dovrà essere perfettamente asciutto. Sono idonei solo i collanti sintetici. La posa deve essere eseguita secondo il metodo del giunto aperto, riempito in seguito con il coprifughe.

Eventuali ferri d'armatura a filo murature devono essere trattati con idonea protezione antiruggine, così come le piattabande metalliche, che devono essere ricoperte con rete metallica in filo zincatofissata alla muratura.

67.6.7 Lisciatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano

La lisciatura per interni di tipo monoprodotto deve essere applicata a mano con cazzuola americana o frattazzo metallico. Su intonaci a base di cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

Le modalità di applicazione del gesso scagliola per lisciatura, quando viene usata come rasatura, sono identiche a quelle descritte per l'applicazione a spessore. Si tenga conto che, a causa dello spessore sottile, minimo di 3 mm, vengono automaticamente ridotti i tempi di lavorabilità, specialmente se l'applicazione viene effettuata su sottofondo perfettamente asciutto.

67.7 Intonaco per interni per trattamento acustico dei locali, di tipo premiscelato, a base di vermiculite, applicazione a spruzzo

L'intonaco per interni per trattamento acustico dei locali, di tipo premiscelato, a base di vermiculite e leganti inorganici, resine e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato a spruzzo direttamente su sottofondi in calcestruzzo, laterizio e laterocemento.

Prima dell'applicazione dell'intonaco su superfici di calcestruzzo, si dovranno eliminare tutte le eventuali sporgenze di elementi metallici per evitare la fuoriuscita di macchie di ruggine e stendere una mano di imprimitura a base di resina.

Prima dell'applicazione dell'intonaco su superfici miste di calcestruzzo e laterizio, per rendere uniformi le superfici dovrà essere steso uno strato sottile di intonaco grezzo.

La finitura verrà realizzata come previsto nei disegni di progetto, secondo una delle tipologie sotto indicate:

- lisciato, con sovrapposizione di finitura speciale a base di vermiculite (spessore 2 mm), colorata in pasta;
- non lisciato, con sovrapposizione di finitura speciale a base di perlite fine (spessore 1 mm), colorata in pasta;
- non lisciato (naturale).

67.8 Intonaco per interni per protezione antincendio

L'intonaco resistente alla fiamma deve essere costituito da miscela di vermiculite, leganti speciali e additivi chimici, dovrà essere applicato su pareti e soffitti aventi superficie rasata o rustica, per lo spessore minimo di 20 mm, e comunque adeguati a quanto richiesto dalle norme antincendio.

Deve essere applicato a spruzzo sia direttamente sulle superfici da proteggere, sia sull'eventuale incastolamento eseguito con l'impiego di una adeguata rete porta intonaco.

Nel caso di applicazione su superfici in acciaio, le stesse dovranno essere preventivamente trattate con vernici antiruggine e liberate da polvere, grasso, olio e altre sostanze estranee.

67.9 Intonaco isolante termico a base di leganti idraulici e polistirene, applicazione a spruzzo

L'intonaco isolante, miscela di granule di polistirene, leganti idraulici e additivi, confezionata in sacchi, si deve applicare a spruzzo nello spessore previsto sui disegni di progetto seguendo la procedura seguente:

- applicazione sul sottofondo grezzo di uno strato dello spessore di 10 mm di intonaco avente funzione di aggrappante;
- applicazione di strati successivi di intonaco, ciascuno dello spessore non superiore a 20 mm, sino al raggiungimento dello spessore previsto.

Eventuali altri strati di finitura, se previsti, dovranno essere posati a distanza di almeno quattro settimane dalla posa dell'intonaco.

67.10 Intonaco civile per esterni tipo Li Vigni

L'intonaco tipo Li Vigni, è un intonaco a finitura lamata, colorato, a base di calce grassa in pasta (grassello) stagionata, aggregato con sabbia dolomitica, a granulometria calibrata, con l'aggiunta di terre coloranti, in proporzioni variabili.

L'impasto deve essere applicato su supporto stagionato. Gli intonaci di fondo preferibili, per una maggiore durata dell'intonaco, possono essere:

- intonaco di fiore di calce e pozzolana;
- intonaco di calce idraulica bianca;
- malta predosata a grassello di calce;
- pozzolana e cocchiopesto.

L'impasto deve essere applicato su sottofondi preventivamente bagnati, con frattone di legno. Un primo strato dell'impasto deve essere dello spessore di circa 5 mm, e non appena quest'ultimo sarà in fase di presa, si dovrà applicare un secondo strato, per lo spessore di altri 5 mm, spianandolo col frattone, al fine di livellarlo, e rendere la superficie planare.

A crosta indurita, si eseguirà la lamatura, che consiste nel raschiamento dello strato superficiale dell'impasto, utilizzando una lama a denti piccoli, al fine di rompere l'impasto fresco, togliendone qualche millimetro, assicurandosi di lamare sempre in orizzontale al fine di ottenere l'uniformità della superficie. È necessario, non appena l'intonaco sarà indurito, spazzolare la parete con una pannellessa, al fine di eliminare i granelli rotti non più aderenti.

67.11 Intonaco civile per esterni tipo Terranova

L'intonaco con lana minerale, detto intonaco Terranova, consiste nell'applicazione di una miscela di legante, inerti quarziferi e coloranti minerali.

La finitura deve essere applicata esclusivamente su supporti minerali assorbenti quali intonaci a calce o a calce-cemento, di cantiere o premiscelati, e vecchi intonaci tipo Terranova, purché stabili e consistenti, con coefficiente di permeabilità al vapore $\alpha < 12$, e conduttività termica $\lambda = 0,4$ W/mK.

Il supporto deve essere regolare e assorbente, privo di grassi e di parti solubili in acqua, solido, omogeneo, perfettamente stagionato e non soggetto a movimenti. Eventuali rappezzi devono accordarsi con il tipo di materiale esistente. Tutte le superfici devono essere preventivamente bagnate a rifiuto. In caso di sottofondi molto assorbenti o di temperature elevate, occorre bagnare il supporto anche la sera precedente l'applicazione.

Il prodotto deve essere impastato mantenendo costante il rapporto acqua/materiale. Il supporto deve essere bagnato a rifiuto e l'applicazione deve iniziare quando l'acqua è stata completamente assorbita.

L'impasto deve essere applicato con cazzuola, comprimendo bene la superficie con cazzuola e frattazzo, sino a ottenere uno spessore di circa 8 mm. All'inizio della presa occorre lamare con lama o spazzola a chiodi e successivamente spazzolare con spazzola di crine asciutta. L'operazione di lamatura deve ridurre lo spessore a circa 5÷6 mm.

L'intonaco non deve essere eseguito in presenza di sole, vento o pioggia battente. In caso di pioggia deve essere protetta

la facciata durante il tempo necessario alla presa del prodotto.

Il prodotto non deve essere assolutamente applicato su supporti gelati, in fase di disgelo o con rischio di gelo nelle 24 ore successive l'applicazione

L'aspetto cromatico può variare in funzione dell'assorbimento del supporto e delle condizioni ambientali. Occorre evitare l'applicazione in facciata in tempi diversi, su supporti disomogenei e su supporti assorbenti non bagnati

Per superfici estese devono essere previste le opportune interruzioni in prossimità di giunti o pluviali, oppure bisogna creare opportuni tagli tecnici.

Le superfici di intonaco non devono essere bagnate nelle 48 ore successive all'applicazione.

67.12 Intonaco per esterno di tipo plastico

L'intonaco sarà costituito da un rinzafo in malta di cemento tirato in piano a frattazzo dello spessore di 15 mm, e successiva applicazione di un intonaco plastico a base di inerti minerali e leganti polimerici plastici, colorato, dato a frattazzo metallico, previa preparazione dello strato di ancoraggio.

L'intonaco plastico può essere applicato su intonaco grezzo, civile, di malta bastarda, tonachino, e su elementi prefabbricati in conglomerato cementizio.

Prima dell'applicazione dovranno essere asportate tutte le zone inconsistenti di intonaco. Occorre eliminare la polvere con una spazzolatura manuale e primerizzare i fondi con idoneo fissativo.

L'applicazione del prodotto deve essere eseguita manualmente in doppio strato, applicando un primo strato con un normale frattone in acciaio. Appena quest'ultimo sarà asciutta, con lo stesso sistema si applicherà un secondo strato di prodotto. L'effetto rustico può essere immediatamente ottenuto con un rullo di caucciù o con rullo di spugna forata.

La maggiore o minore intensità dei rilievi è esclusivamente determinata dalla quantità di prodotto che si impiega.

67.13 Intonaco risanante ad azione deumidificante

L'intonaco deumidificante è impiegato per il risanamento di murature umide e saline, di ogni genere e spessore.

L'esecuzione dell'intonaco risanante ad azione deumidificante deve assicurare uno spessore minimo finito di 25 mm, realizzato in almeno due strati con malte premiscelate ad alta resistenza ai sali, composte da calci idrauliche naturali, pozzolana, marmi macinati in curva granulometrica 0-4 mm, terre colorate naturali e additivi areanti naturali.

L'intonaco deve essere applicato sulla muratura preventivamente liberata dalle parti di intonaco preesistenti per almeno 70 cm oltre la fascia d'umidità, previo lavaggio ripetuto mediante idropulitrice o getto d'acqua a pressione e spazzolatura, al fine di asportare polveri e incrostazioni saline, nel rispetto della seguente metodologia:

- applicare lo strato di rinzaffo a completa copertura del supporto per uno spessore minimo di 5 mm. Ad applicazione conclusa non dovranno notarsi parti mancanti anche di piccole dimensioni, e la superficie dovrà essere sufficientemente ruvida da garantire l'ancoraggio dello strato successivo. Attendere l'asciugatura dello strato ed eventualmente ripetere l'applicazione nei punti che dovessero rimanere umidi;

- applicare in due mani lo strato di intonaco risanante ad azione deumidificante, livellando e portando in piano il supporto con finitura frattazzata per uno spessore totale minimo finito di 200 mm. Al prodotto in fase di indumento non deve essere aggiunta acqua per ripristinarne la lavorabilità.

Le finiture devono essere compatibili con il risanamento effettuato, preferibilmente traspiranti e a base di calce.

67.14 Rivestimento cementizio flessibile per l'impermeabilizzazione di calcestruzzo e di intonaci

Il rivestimento cementizio flessibile per l'impermeabilizzazione di calcestruzzo e di intonaci deve essere impermeabilizzante, bicomponente, elastoplastico. Il primo componente è un premiscelato in polvere a base di leganti idraulici, inerti selezionati, e additivi che migliorano la lavorabilità e l'impermeabilità. Il secondo componente è un lattice a base di speciali polimeri sintetici in dispersione acquosa. La miscela dei due componenti deve produrre un impasto facilmente applicabile e avente un'ottima adesione su ogni tipo di supporto, e realizzare un'impermeabilizzazione elastica capace di assecondare e assorbire i movimenti strutturali del calcestruzzo senza lesionarsi, e risultando nel contempo impermeabile ai gas aggressivi dell'atmosfera, quali CO₂-SO₂.

Per l'applicazione, i supporti in calcestruzzo devono essere preparati per garantire un'ottima adesione del rivestimento impermeabile. È quindi necessario asportare tutte le parti incoerenti e prive di consistenza mediante scalpellatura, spazzolatura, idrolavaggio. Le tracce di olii, disarmanti, ruggine e sporco in genere devono essere rimosse, e le superfici devono essere prive di ristagni d'acqua. Le parti degradate e i vespai devono essere preventivamente ripristinati con malta idonea e compatibile, in modo da ottenere una superficie uniforme.

La preparazione dell'impasto del rivestimento deve evitare l'inglobamento d'aria, e deve essere omogeneo e privo di grumi, con buone caratteristiche di scorrevolezza e di tissotropia, e di facile applicabilità.

L'applicazione può essere fatta meccanicamente con pompa spruzzatrice o manualmente con spatola inox, rasando uniformemente l'impasto sia in orizzontale che in verticale, fino ad uno spessore massimo di 2 mm per mano. In zone particolarmente sollecitate, deve essere applicata l'armatura del rivestimento con rete apposita e compatibile con il rivestimento.

Nella stagione calda, per evitare l'essiccazione rapida, è consigliato di bagnare il sottofondo di applicazione senza creare veli d'acqua.

67.15 Impermeabilizzante antiumido trasparente silossanico per intonaci

L'impermeabilizzazione dell'intonaco deve essere ottenuta con l'applicazione di un impregnante a forte capacità di penetrazione ed elevato effetto idrorepellente, anche per il trattamento di supporti compatti e poco porosi. Il prodotto non deve creare pellicole e deve lasciare inalterata la traspirazione dei supporti. Inoltre, deve prevenire la formazione di efflorescenze, muffe e salnitro. Il prodotto non deve essere usato su ceramica o superfici non assorbenti.

Le superfici da trattare devono essere pulite, asciutte in profondità e prive di residui di trattamenti precedenti. Eventuali fessure o cavità devono essere otturate.

67.16 Paraspigoli in lamiera zincata

I paraspigoli devono essere applicati prima della formazione degli intonaci, e devono essere costituiti da profilati in lamiera zincata dell'altezza minima di 170 cm e dello spessore di 1 mm.

67.17 Giunti di dilatazione

I giunti di dilatazione possono essere realizzati con profili in polivinil coloruro, in acciaio galvanizzato, in alluminio o in lamiera verniciata, con interposto elemento elastico, resistente agli agenti atmosferici. Il profilo deve avere la superficie di appoggio in neoprene o con caratteristiche

tali da compensare le eventuali irregolarità della superficie d'appoggio. Le modalità di applicazione devono essere quelle indicate dal produttore, come riportato nella scheda tecnica del prodotto.

67.18 Protezione degli intonaci realizzati

Le superfici intonacate non ancora stagionate, specie se esterne, devono risultare protette dagli agenti atmosferici (pioggia battente, vento, sole, gelo, ecc.), nelle modalità indicate dal produttore, soprattutto per evitare la repentina essiccazione per effetto dell'azione vento e del sole.

Art. 68. Opere di vetratura e serramentistica

68.1 Definizioni

Per *opere di vetratura* si intendono quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti similari sempre comunque in funzione di schermo), sia in luci fisse sia in ante fisse, o mobili di finestre, portefinestre o porte.

Per *opere di serramentistica* si intendono quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

68.2 Realizzazione

La realizzazione delle opere di vetratura deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto, e, ove questo non sia sufficientemente dettagliato, valgono le prescrizioni seguenti.

Le lastre di vetro in relazione al loro comportamento meccanico devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico di vento e neve, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbalzi e delle deformazioni prevedibili del serramento.

Devono, inoltre, essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, e di sicurezza, sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, agli atti vandalici, ecc.

Per la valutazione della adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto, si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico e acustico, la sicurezza, ecc. (**UNI 7143**, **UNI 7144**, **UNI EN 12758** e **UNI 7697**).

Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione e alle dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e le dimensioni in genere, la capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi e ante apribili; la resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termo igrometrici, tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.

Nel caso di lastre posate senza serramento, gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, ed essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento. I tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata.

Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici e acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. La sigillatura deve, comunque, essere conforme a quella richiesta dal progetto, o effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

L'esecuzione effettuata secondo la norma **UNI 6534** potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

68.3 Posa in opera dei serramenti

La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto esecutivo, e, quando non precisato, deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.

Le finestre devono essere collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e, comunque, in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

Il giunto tra controtelaio e telaio fisso, se non progettato in dettaglio, onde mantenere le prestazioni richieste al serramento, dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- assicurare tenuta all'aria e isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo. Se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento o dei carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta, previa eventuale interposizione di elementi separatori quali non tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, ecc.) dal contatto con la malta o altri prodotti utilizzati durante l'installazione del serramento.

Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre. Inoltre, si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

Per le porte con alte prestazioni meccaniche (antiefrazione), acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno, inoltre, le istruzioni per la posa date dal fabbricante e accettate dalla direzione dei lavori.

68.4 Controlli del direttore di lavori

Il direttore dei lavori, nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure), verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti. In particolare, verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi e i controtelai, l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate e il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni. A conclusione dei lavori, il direttore eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza di giunti, sigillature, ecc., nonché i controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria), e l'assenza di punti di attrito non previsti. Eseguirà, quindi, prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, e all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.

Art. 69. Esecuzione delle pavimentazioni

69.1 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.

69.1.1 Pavimentazione su strato portante

La pavimentazione su strato portante avrà come elementi o strati fondamentali:

- lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;

- lo strato ripartitore, con la funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni, qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- lo strato di collegamento, con la funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.).

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste, i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- strato di impermeabilizzante, con la funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi e ai vapori;
- strato di isolamento termico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- strato di isolamento acustico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di planarità ed eventualmente incorporare impianti (spesso questo strato ha anche funzione di strato di collegamento).

69.1.2 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.

69.1.3 Realizzazione degli strati portanti

La realizzazione degli strati portanti sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto. In caso contrario, si rispetteranno le prescrizioni seguenti e quelle fornite dalla direzione dei lavori.

Per lo strato portante, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sulle strutture di calcestruzzo, sulle strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.

Per lo strato di scorrimento, finalizzato a consentire eventuali movimenti differenziati tra le diverse parti della pavimentazione, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione o realizzazione dei giunti e l'esecuzione di bordi, risvolti, ecc.

Per lo strato ripartitore, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno. Durante la realizzazione si curerà, oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici, in modo da evitare azioni meccaniche localizzate o incompatibilità chimico-fisiche. Sarà, infine, curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.

Per lo strato di collegamento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e, nei casi particolari, alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici o di altro tipo. Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto, con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore, in modo da evitare eccesso da rifiuto o insufficienza, che può provocare scarsa resistenza o adesione. Si verificherà, inoltre, che la posa

avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.

Per lo strato di rivestimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti per pavimentazione. Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti e delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.), le caratteristiche di planarità o, comunque, delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa e i tempi di maturazione.

Per lo strato di impermeabilizzazione, a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore, valgono le indicazioni fornite per questi strati all'articolo sulle coperture continue. In generale, lo strato a protezione del sottofondo deve essere realizzato con guaine con giunti sovrapposti.

Per lo strato di isolamento termico, finalizzato a contenere lo scambio termico tra le superfici orizzontali, possono impiegarsi calcestruzzi additivati con inerti leggeri, come argilla espansa o polistirolo espanso. In alternativa, possono impiegarsi lastre in polistirene o poliuretano espansi, lastre in fibre minerali e granulari espansi, e tra tali elementi devono essere eventualmente interposto uno strato di irrigidimento.

Per lo strato di isolamento acustico, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nell'apposito articolo. Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e, comunque, la continuità dello strato con la corretta realizzazione di giunti/sovrapposizioni, la realizzazione attenta dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto *galleggiante* i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc. sarà verificato il corretto posizionamento di questi elementi e i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc. con lo strato sottostante e con quello sovrastante.

Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori di 20 mm).

69.1.3.1 *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.

69.2 Esecuzione delle pavimentazioni interne con collante

Le operazioni di posa in opera di pavimentazioni interne o esterne con strato collante si articolano nelle seguenti fasi:

- preparazione della superficie di appoggio;
- preparazione del collante;
- stesa del collante e collocazione delle piastrelle;
- stuccatura dei giunti e pulizia.

PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DI APPOGGIO

La superficie di fissaggio deve essere ben pulita e perfettamente piana, senza fessurazioni e screpolature. In caso contrario, devono essere eliminate le eventuali deformazioni utilizzando specifici materiali rasanti. Le parti non bene attaccate devono essere rimosse con molta cura.

PREPARAZIONE DEL COLLANTE

Le caratteristiche del collante devono rispettare le prescrizioni progettuali ed essere compatibili con il tipo di piastrella da fissare, ferme restando le eventuali indicazioni del direttore dei lavori.

L'impasto del collante deve essere perfettamente omogeneo, sufficientemente fluido e di facile applicazione.

Nella stesa e nella preparazione devono essere rispettate le istruzioni dei fornitori, per quanto concerne non solo il dosaggio, ma anche il tempo di riposo (normalmente 10-15 minuti).

Si evidenzia che, dal momento dell'impasto, la colla è utilizzabile per almeno tre ore. Anche per questo dato, che può dipendere dalle condizioni ambientali, ed in particolare dalla temperatura, conviene, comunque, fare riferimento alle specifiche tecniche dei fornitori.

STESA DEL COLLANTE E COLLOCAZIONE DELLE PIASTRELLE

Il collante deve essere applicato con un'apposita spatola dentellata che consente di regolare lo spessore dello strato legante, e di realizzare una superficie con solchi di profondità appropriata a delimitare le zone di primo contatto fra lo strato legante e le piastrelle.

Quando la piastrella viene appoggiata e pressata sulla superficie del collante, tale zona si allarga, fino ad interessare, aderendovi, gran parte della faccia della piastrella. Occorre, quindi, applicare il collante, volta per volta, in superfici limitate, controllando ogni tanto che l'adesivo non abbia ridotto il proprio potere bagnante. Questo controllo si può effettuare staccando una piastrella subito dopo l'applicazione e verificando l'adesione del collante alla superficie d'attacco, oppure appoggiando i polpastrelli della mano al collante. Se tale controllo non è soddisfacente, è necessario rinnovare la superficie dell'adesivo mediante applicazione di uno strato fresco.

STUCCATURA DEI GIUNTI E PULIZIA

L'operazione di stuccatura dei giunti, con cemento bianco specifico per fughe, deve essere effettuata mediante una spatola di gomma o di materiale plastico, in modo da ottenere un riempimento completo dei giunti.

Una prima pulizia della pavimentazione deve essere effettuata mediante spugna umida. Successivamente si può procedere ad una pulizia più accurata usando prodotti per la pulizia dei pavimenti.

69.3 Soglie e davanzali

Tutti i davanzali e le soglie di finestre e porte-finestre saranno in marmo (o pietra naturale) tipo, colore, spessore non inferiore a 3 cm e larghezza non inferiore allo spessore del vano nel quale devono essere collocate. Le soglie interne ed esterne, per luci fino a 150 cm, dovranno essere costituite da un unico elemento.

Le soglie dovranno essere lucidate nella parte a vista e poste in opera con malta cementizia.

Le soglie esterne dovranno essere dotate di intagli per mazzette e listello per battuta serramento in alluminio o in PVC rigido.

La parte ammorsata delle soglie esterne non dovrà essere inferiore a 3 cm, mentre dovrà essere di almeno 2 cm per quella delle porte interne.

69.4 Zoccolino battiscopa

Gli zoccolini battiscopa, nella forma e nel materiale (legno, plastica, marmo, gres, ceramica, ecc.) dipendente dal tipo di pavimentazione, possono essere fissati alle pareti con:

- malta cementizia;
- colla utilizzata per l'esecuzione delle pavimentazioni;
- viti ad espansione.

Gli zoccolini dovranno avere le seguenti caratteristiche dimensionali:

- altezza cm (8-10 cm per il marmo e 10-15 per gli elementi in plastica);
- spessore
- finitura superiore

La posa in opera degli zoccolini battiscopa in gres, ceramica, marmo con malta cementizia (o colla), deve essere completata con la stuccatura, la stilatura e la suggellatura dei giunti con cemento bianco specifico per fughe.

69.5 Rivestimento dei gradini

I gradini e i sottogradini delle scale dovranno essere rivestiti con lastre di marmo colore, di spessore non inferiore a 3 cm per le pedate e a 2 cm per i sottogradini.

Le pedate dovranno essere collocate con malta cementizia, accuratamente battuta in tutta la superficie per fare defluire la malta. Le lastre devono essere leggermente inclinate in avanti per evitare il ristagno dell'acqua, soprattutto se si tratta di gradini di scale esterne. Il profilo esterno della pedata deve essere

Le pareti delle rampe delle scale saranno rivestite con battiscopa alti quanto le alzate e spessi almeno 2 cm.

I pianerottoli saranno pavimentati con lastre di marmo dello spessore di 3 cm.

69.6 Soglie di delimitazione delle pavimentazioni dei balconi

Le soglie di delimitazione delle pavimentazioni dei balconi dovranno essere in marmo (o pietra naturale) tipo, colore, di spessore di non inferiore a 3 cm e larghezza non inferiore a 20 cm. La posa in opera dovrà essere effettuata con malta cementizia o colla per pavimenti. Le fughe dovranno essere sigillate con specifico cemento bianco. La parte sporgente verso l'esterno della lastra di marmo dovrà essere dotata di gocciolatoio.

69.7 Esecuzione di pavimentazioni esterne in piastrelle segate regolari in quarzite

Le piastrelle regolari in quarzite di vario spessore (variabile da 1 a 4 cm) potranno essere impiegate per la pavimentazione di:

- marciapiedi, strade, piazze;
- sottoportici, giardini, patii, marciapiedi.

Le piastrelle, fino a spessori di 4 cm, non devono essere posate su sabbia, ma su sottofondo preferibilmente in calcestruzzo (massetto spesso almeno 3-4 cm), il quale dovrà essere ad una quota più bassa del livello di superficie di circa 6-10 cm, a seconda dello spessore delle piastrelle.

Infine, prima di iniziare una pavimentazione in piastrelle, si deve procedere ad un lavaggio delle stesse con getto d'acqua per eliminare eventuali residui terrosi e impurità di cava, e facilitare il processo di fissaggio della piastrella al letto di malta.

Per la posa in opera, si deve procedere come segue:

- tracciamento dei piani con appositi spaghi (livelle) (le pendenze da rispettare per lo smaltimento delle acque possono essere inferiori a quelle dei cubetti, ma in ogni caso non possono scendere sotto l'1%);

- preparazione di una malta con sabbia e cemento (250 kg di cemento per m³);

- stesa della malta sul sottofondo;

- posa delle piastrelle, che devono distare l'una dall'altra almeno 3-4 mm. La consistenza della malta deve essere abbastanza pastosa in modo che la stessa, sotto la pressione della piastrella battuta (con martelli, possibilmente gommati), possa rifluire dai bordi della piastrella che ha aderito completamente al suo letto di posa.

Un'altra soluzione, soprattutto per le pavimentazioni con fuga superiore ai 5 mm, è quella di posare le piastrelle su una malta normale (magari dopo aver cosperso di polvere di cemento la faccia inferiore della piastrella stessa), eseguire una modesta pressione sulle stesse, far seccare il tutto e, successivamente, riempire le fughe con malta più liquida, avendo la precauzione di pulire le stesse dopo tale operazione con uno straccio bagnato, prima che la malta stessa faccia completamente presa.

Il sistema di sigillatura delle fughe, quando richiesto (e comunque sempre consigliato), può essere eseguito nelle seguenti maniere:

- versando nelle fughe una boiaccia fluida e ricca di cemento, in modo che le giunture siano riempite oltre il limite, ma, ovviamente, senza che la boiaccia stessa vada a sporcare il pavimento. Dopo qualche tempo, e cioè quando la malta ha acquistato già una certa consistenza, si ripuliscono le stuccature con la cazzuola e si segna leggermente la fuga con riga o ferro. Questa operazione deve essere eseguita con molta accuratezza, essendo questo l'ultimo e spesso il più importante tocco estetico della pavimentazione. Eventuali sbavature dovranno essere immediatamente pulite con stracci, o meglio ancora con spugne inumidite;

- versando della biacca sull'intera pavimentazione con lo stesso procedimento utilizzato per i cubetti e distribuendola con l'aiuto delle spazzole, in modo da ottenere il riempimento regolare di tutte le fughe. La pulizia deve essere effettuata con segatura prima bagnata e poi asciutta. Il procedimento è particolarmente indicato per le fughe strette.

Nell'esecuzione di ampie superfici come, ad esempio, quelle delle piazze, devono essere previsti dei giunti di dilatazione, per evitare la parziale rottura delle piastrelle o l'allargamento delle fughe.

Le considerazioni su esposte sono applicabili anche alle pavimentazioni ad opera incerta.

69.8 Controlli del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle pavimentazioni opererà e verificherà:

- il collegamento tra gli strati;

- la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli e in genere prodotti preformati;

- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari.

Ove sono richieste lavorazioni in sito, il direttore dei lavori verificherà, con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);

- le adesioni fra strati (o, quando richiesto, l'esistenza di completa separazione);

- le tenute all'acqua, all'umidità, ecc.

A conclusione dei lavori, infine, eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento, formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Art. 70. Opere di rifinitura varie

70.1 Verniciature e tinteggiature

70.1.1 Attrezzatura

Tutta l'attrezzatura che si prevede di usare per le operazioni di verniciatura o di tinteggiatura deve essere sottoposta all'approvazione della direzione dei lavori.

I pennelli e i rulli devono essere del tipo, della superficie e delle dimensioni adatte alle vernici che si impiegheranno e al tipo di lavoro che si sta eseguendo e non dovranno lasciare impronte.

L'attrezzatura per la verniciatura a spruzzo (air-less) deve essere corredata da pistole di tipo idoneo ad ogni singolo impiego.

Tutta l'attrezzatura, infine, deve essere mantenuta sempre in ottime condizioni di funzionamento. Si raccomanda, perciò, la pulizia più accurata per il successivo riutilizzo.

70.1.2 Campionature

L'appaltatore dovrà predisporre dei campioni dei supporti, possibilmente dello stesso materiale, sul quale saranno applicati i prodotti vernicianti o pitture con i trattamenti secondo i cicli previsti in più tonalità di tinte, per consentire alla direzione dei lavori di operare una scelta.

Secondo le disposizioni impartite, si dovrà completare un pannello, un tratto di muratura o un locale completo. La totalità del lavoro potrà procedere solo dopo l'approvazione della direzione dei lavori.

L'elemento scelto come campione servirà come riferimento al quale si dovrà uniformare l'intera opera da eseguire.

70.1.3 Preparazione delle superfici

Le operazioni di tinteggiatura o di verniciatura devono essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (asportazione di carta da parati, asportazione di tempere, carteggiatura, lavaggio sgrassante, lavatura, neutralizzazione, rasatura, raschiature, maschiatura, sabbiatura e/ scrostatura, spolveratura, spazzolatura, stuccature, levigature, ecc.), con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

70.1.4 Stato delle superfici murarie e metalliche

Le superfici murarie nuove devono essere prive di qualsiasi residuo di lavorazione precedente a quello del rivestimento protettivo o decorativo.

Le superfici metalliche nuove devono essere prive di calamina, ruggine, incrostazioni di malta, grassi, residui oleosi o untuosi e non essere trattati con pitture di fondo antiruggine o wash primer.

Le superfici dei manufatti lignei devono essere prive di tracce di residui untuosi o di pitture di fondo, nonché prive di fessurazioni e irregolarità trattate con mastici o stucchi non idonei.

70.1.5 Preparazione dei prodotti

La miscelazione e la posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti deve avvenire nei rapporti, nei modi e nei tempi indicati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto.

70.1.6 Esecuzione

70.1.6.1 Tinteggiatura di pareti

La tinteggiatura deve essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, ecc., in conformità con i modi fissati per ciascun tipo di lavorazione e nei modi indicati dal produttore.

70.1.6.1.1 Tinteggiatura con pittura alla calce

Le pareti da tinteggiare devono essere preventivamente trattate con una mano di latte di calce. La tinta a calce, prima dell'impiego, deve essere passata attraverso un setaccio molto fine, onde eliminare granulosità e corpi estranei. Per ottenere il fissaggio deve essere mescolata alla tinta, nelle proporzioni indicate dal fabbricante, colla a base di acetato di polivinile.

Successivamente deve essere applicata a pennello la prima mano di tinta, mentre la seconda mano deve essere data a mezzo di pompa.

Le tinteggiature a calce non devono essere applicate su pareti con finitura a gesso.

Le pareti tinteggiate non devono presentare, neppure in misura minima, il fenomeno di sfarinamento e spolverio.

70.1.6.1.2 Tinteggiatura a colla e gesso

La tinteggiatura di pareti a colla e gesso comprende le seguenti fasi:

- spolveratura e ripulitura delle superfici;
- prima stuccatura a gesso e colla;
- levigamento con carta vetrata;
- spalmatura di colla temperata;
- rasatura dell'intonaco e ogni altra idonea preparazione;
- applicazione di due mani di tinta a colla e gesso.

La tinteggiatura può essere eseguita a mezze tinte oppure a tinte forti e con colori fini.

70.1.6.1.3 Tinteggiatura a tempera

La tinteggiatura a tempera, in tinta unica chiara, su intonaco civile, a calce o a gesso, richiede:

- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina, per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli, difetti di vibrazione;
- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;
- l'imprimatura ad uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua data a pennello;
- il ciclo di pittura costituito da strato di fondo e strato di finitura con pittura a tempera, dati a pennello o a rullo.

70.1.6.1.4 Tinteggiatura con idropittura a base di cemento

Questo tipo di tinteggiatura deve essere eseguito direttamente sull'intonaco o su calcestruzzo, previa accurata pulizia delle superfici.

La tinteggiatura deve essere eseguita a due mani.

L'applicazione non può essere eseguita su superfici già tinteggiate a calce se non previa rimozione di questa.

70.1.6.1.5 Tinteggiatura con idropittura a base di resine sintetiche

Deve essere anzitutto applicata, sulle superfici da trattare, una mano di fondo isolante, impiegando il prodotto consigliato dal produttore.

Dopo la completa essiccazione della mano di preparazione, si deve procedere all'applicazione delle due mani di tinta, intervallate l'una dall'altra di almeno 12 ore. L'applicazione può essere eseguita sia a pennello che a rullo.

Lo spessore minimo dello strato secco per ciascuna mano deve essere di 20 microns per gli interni e di 35 microns per gli esterni.

70.1.6.1.6 Tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa. Applicazione a rullo di lana o pennello.

La tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa deve rispettare le seguenti fasi:

- eventuale raschiatura delle vecchie superfici mediante spazzola metallica, asportazione dell'eventuale muffa presente e residui persistenti di precedenti pitture;
- eventuale lavaggio delle superfici con soluzioni di ipoclorito di sodio o soda. Qualora le superfici si presentassero particolarmente invase da funghi e muffe, occorrerà trattare le stesse con una soluzione disinfettante data in due mani;
- eventuale applicazione di una mano di primer acrilico al solvente ad alta penetrazione sulle superfici fortemente sfarinanti;
- applicazione di una prima mano diluita in dispersione acquosa al 15%;
- applicazione di mano a finire diluita in dispersione acquosa al 15%. Lo spessore del film essiccato (due mani) dovrà essere di minimo 50 microns.

70.1.6.1.7 Tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni.

La tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni, altamente traspirante, adatta per tutte le superfici murali, vecchie e nuove, composta da albume, latte, carbonati di calcio e altre polveri naturali, deve essere effettuata mediante preparazione del supporto con spazzolatura e pulizia della superficie. Prima dell'applicazione, se l'intonaco è asciutto, è necessario inumidire la superficie con acqua. Infine, occorre applicare minimo due mani a pennello, diluendo con circa il 15-25% di acqua.

70.1.6.1.8 *Tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio.*

La tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio e pigmenti selezionati, per esterni, a due strati in tinta unita chiara su intonaco civile esterno richiede:

- la preparazione del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli edifetti di vibrazione;
- la preparazione del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;
- l'imprimatura ad uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua dato a pennello;
- il ciclo di pittura con pittura a base di silicati, costituito da strato di fondo dato a pennello e strato di finitura dato a rullo.

70.1.6.1.9 *Applicazione di idrorepellente protettivo su intonaco civile esterno.*

L'applicazione di idrorepellente protettivo – ad uno strato dato a pennello – del tipo vernice siliconica in solvente o soluzione di strato di alluminio in solvente – data su intonaco civile esterno – su rivestimento in laterizio e simili, e su calcestruzzo a vista, per renderli inattaccabili agli agenti atmosferici e stabilizzarne sia il colore che la resistenza superficiale allo sbriciolamento, richiede:

- la preparazione del supporto con spazzolatura, per eliminare i corpi estranei e la polvere;
- il ciclo di pittura idrorepellente, costituito da uno o più strati dati a pennello.

70.1.6.2 *Verniciatura*

70.1.6.2.1 *Generalità*

L'applicazione dei prodotti vernicianti non deve essere effettuata su superfici umide,. L'intervallo di tempo fra una mano e la successiva deve essere – salvo diverse prescrizioni – di 24 ore, la temperatura ambiente non deve superare i 40°C e la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5 e 50°C, con un massimo di 80% di umidità relativa. In generale, ogni strato di pittura deve essere applicato dopo l'essiccazione dello stato precedente, e comunque secondo le esigenze richieste dagli specifici prodotti vernicianti impiegati. La verniciatura, soprattutto per le parti visibili, non deve presentare colature, festonature e sovrapposizioni anormali.

Le modalità di applicazione possono essere a pennello e a spruzzo.

Nell'applicazione a pennello ciascuna mano deve essere applicata pennellando in modo che aderisca completamente alla superficie. La vernice deve essere tirata in maniera liscia e uniforme, senza colature, interruzioni, bordi sfuocati o altri difetti, e in modo da risultare compatta e asciutta prima che venga applicata la seconda mano. Bisognerà osservare il tempo minimo indicato dal produttore per l'applicazione fra una mano e l'altra.

L'applicazione a spruzzo deve essere effettuata prima in un senso e quindi nel senso opposto, fino a coprire tutta la superficie. La vernice che deve essere impiegata dovrà essere solo del tipo a spruzzo. Si dovranno ricoprire opportunamente le superfici circostanti, perché non si abbiano a sporcare altri manufatti.

Le opere di verniciatura su manufatti metallici devono essere precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate. Deve, quindi, essere applicata almeno una mano di vernice protettiva, e un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e del colore previsti fino al raggiungimento della completa uniformità della superficie.

Nelle opere di verniciatura eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del supporto e alle successive fasi di preparazione, si deve attendere un adeguato periodo, fissato dalla direzione dei lavori, di stagionatura degli intonaci, trascorso il quale si può procedere all'applicazione di una mano di imprimatura (eseguita con prodotti speciali), o di una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e delle caratteristiche fissate.

70.1.6.2.2 *Verniciatura a smalto (tradizionale)*

Prima di applicare lo smalto, si deve procedere alla stuccatura, per eliminare eventuali difetti che, pur essendo di limitatissima entità e rientranti nelle tolleranze, possono essere presenti sulle superfici dei manufatti.

Le parti stuccate, dopo accurata scartavetratura, devono essere ritoccate con lo smalto.

Si applica successivamente la prima mano di smalto e, dopo la completa essiccazione di questa, la seconda mano.

La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole accertamento del numero delle passate applicate.

Lo spessore dello strato secco di ciascuna mano non deve essere inferiore a 25 microns.

Deve essere evitato ogni danneggiamento alle superfici verniciate dipendente da distacchi di lembi dello strato di vernice, in conseguenza di aderenza delle varie superfici fra loro, come, ad esempio, fra i battenti mobili e i telai fissi di serramenti.

70.1.6.2.3 Verniciatura con smalto epossidico su pareti in blocchi di calcestruzzo o su superfici di calcestruzzo lisce o intonacate

La verniciatura con smalto epossidico deve rispettare le seguenti fasi:

- applicazione a pennello di prodotto passivante del cemento;
- rasatura di tutte le superfici con stucco compatibile alle resine epossidiche impiegate;
- applicazione a pennello di una mano di fondo epossidico di colore neutro e per uno spessore di 30 microns;
- applicazione ad air-less o a pennello di una prima mano di smalto epossidico per uno spessore di 35 microns;
- applicazione ad air-less di una mano a finire di smalto epossidico, del colore stabilito dai disegni, a finitura lucida e per uno spessore minimo di 30 microns.

70.1.6.2.4 Verniciatura con smalto a base di caucciù ciclizzata delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate

La verniciatura con smalto a base di caucciù delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate deve rispettare le seguenti fasi:

- applicazione a pennello di prodotto passivamente;
- rasatura parziale dei fori di evaporazione sulle superfici in calcestruzzo;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano di fondo di colore neutro di vernice base pliolite, per uno spessore di 25 microns;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano di vernice a base pliolite a finitura opaca, nei colori indicati sui disegni e per uno spessore di 35 microns;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano a finire di vernice a base pliolite a finitura opaca, nei colori indicati sui disegni e per uno spessore di 35 microns.

70.1.6.2.5 Verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici, e tutte le esistenti opere in ferro che non siano preverniciate o trattate con antiruggine

La verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici, e tutte le esistenti opere in ferro che non siano preverniciate o trattate con antiruggine, deve rispettare le seguenti fasi:

- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia e sostanze grasse, malte, calcestruzzo o vecchie verniciature;
- applicazione a pennello di un primo strato di antiruggine al minio oleofenolico o cromato di zinco;
- applicazione di un secondo strato di antiruggine al minio oleofenolico o cromato di zinco, a 48 ore di distanza, sempre a pennello (in totale, le due mani dovranno dare una pellicola di minimo 50 microns);
- applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello per uno spessore minimo di 30 microns.

Per le opere in ferro che sono fornite con la prima mano di antiruggine già applicata, il ciclo di verniciatura deve essere limitato all'applicazione della seconda mano di antiruggine e di stuccatura, e di due mani di smalto sintetico.

70.1.6.2.6 Verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno

La verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno, deve rispettare le seguenti fasi:

- decappaggio delle opere eseguite con panni imbevuti di solvente approvato;

- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione a pennello di una mano di wash-primer passivante della zincatura;
- applicazione a pennello di una prima mano di copertura con smalto sintetico per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto sintetico per uno spessore minimo di 30 microns.

70.1.6.2.7 Opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio (già trattate con una mano di zincante inorganico) verniciate con smalto poliuretano

La verniciatura di opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio deve rispettare le seguenti fasi:

- accurata pulizia delle opere eseguita con panno imbevuto di solvente approvato;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione a pennello di una mano di primer senza alcuna diluizione;
- applicazione, a pennello o con spruzzo di air-less, di una prima mano di smalto poliuretano per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretano per uno spessore minimo di 30 microns.

70.1.6.2.8 Serramenti in ferro zincato interni ed esterni (già forniti con una mano di Wash-primer) verniciati con smalto poliuretano

La verniciatura di serramenti in ferro zincato interni ed esterni deve rispettare le seguenti fasi:

- pulizia della superficie zincata eseguita con panno imbevuto di prodotto non solvente del Wash-primer;
- ritocchi a pennello con Wash-primer passivante della zincatura, dove questa risulti deteriorata;
- applicazione a pennello di una prima mano di smalto poliuretano per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretano per uno spessore minimo di 30 microns.

70.1.6.2.9 Solai in lamiera grecata verniciati con smalto acrilico

La verniciatura di solai in lamiera grecata deve rispettare le seguenti fasi:

- decappaggio della superficie zincata eseguito con panno imbevuto di solvente approvato;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione ad air-less di una mano di Wash-primer passivante della zincatura;
- applicazione ad air-less di una prima mano di smalto acrilico a finitura satinata per uno spessore minimo di 40 microns;
- applicazione ad air-less di una mano a finire di smalto acrilico a finitura satinata per uno spessore minimo di 40 microns.

70.1.6.2.10 Sola applicazione dell'antiruggine

La prima mano di antiruggine, a base di minio oleofenolico o cromato di zinco, deve essere applicata dopo aver preparato adeguatamente le superfici da verniciare.

Sulle parti non più accessibili dopo la posa in opera, deve essere preventivamente applicata anche la seconda mano di antiruggine.

La seconda mano di antiruggine deve essere applicata dopo la completa essiccazione della prima mano, previa pulitura delle superfici da polvere e altri imbrattamenti, ed esecuzione di ritocchi agli eventuali danneggiamenti verificatisi durante la posa in opera.

Lo spessore dello strato secco di ciascuna mano non deve essere inferiore a 25 microns.

La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole accertamento dell'effettivo numero delle passate applicate.

70.1.6.2.11 Opere esterne in ferro e profilati in genere annegati in getti di calcestruzzo (ferri Bauer o Alfen o similari, comprese tubazioni)

La verniciatura di opere esterne in ferro e profilati, in genere annegati in getti di calcestruzzo deve rispettare le seguenti fasi:

- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia, sostanze grasse, calcestruzzo;
- applicazione a pennello di un primo strato di antiruggine al minio di piombo;
- applicazione di un secondo strato di antiruggine al minio di piombo a 48 ore di distanza, sempre a pennello;
- applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minimo di 30 microns.

70.1.6.2.12 Protezione con vernice intumescente delle strutture metalliche portanti in acciaio

Se richiesto, le strutture metalliche portanti in acciaio dovranno essere rivestite con vernice intumescente resistente al fuoco secondo le seguenti fasi:

- preparazione delle superfici con sabbiature SA 2 1/2;
 - applicazione di strato zincante inorganico dello spessore di 70-75 microns. L'applicazione deve essere effettuata in ambienti con umidità relativa non superiore all'80% e temperature comprese tra + 5°C e + 40°C;
 - applicazione di vernice intumescente negli spessori necessari tali da garantire la classe di resistenza prescritta, in relazione al tipo di struttura da proteggere. Gli spessori da utilizzare dovranno essere quelli dichiarati dal produttore nelle schede tecniche. In linea di massima, si dovranno avere i seguenti spessori di film secco per le seguenti classi:
 - classe REI 30/45: 500 microns;
 - classe REI 60: 750 microns;
 - classe REI 120: 1000 microns.
 - applicazione di una mano finale impermeabilizzante costituita da strato di pittura in emulsione acrilica pigmentata dello spessore di 30-40 microns, data a pennello, rullo o airless.
- L'appaltatore deve fornire appropriata certificazione riguardante i materiali e le modalità di posa, relativamente alla capacità di resistenza al fuoco della protezione realizzata.

70.1.7 Protezione

Le opere verniciate devono essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione. La pitturazione deve essere eseguita sempre in ambiente protetto dagli agenti atmosferici che possono pregiudicare l'essiccamento della vernice, e nelle condizioni di umidità e di temperatura dell'ambiente indicate dal produttore della vernice o della pittura.

70.1.8 Controllo

Il direttore dei lavori potrà controllare lo spessore degli strati di vernice con apposita strumentazione magnetica. È ammessa una tolleranza di +/- 10%. Deve essere controllato anche che il consumo a metro quadro del prodotto corrisponda a quanto indicato dal produttore.

Per l'esecuzione delle prove si citano le seguenti norme UNI di riferimento:

UNI 8754 – *Edilizia. Verniciature, pitturazioni, RPAC, tinteggiature, impregnazioni superficiali. Caratteristiche e metodi di prova;*

UNI 8755 – *Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di attitudine all'immagazzinamento e all'applicazione;*

UNI 8756 – *Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di identificazione e metodi di prova.*

Un'altra norma di riferimento è data dall'ultima edizione del capitolato tecnico d'appalto per opere di pitturazione edile-industriale, edito dalla Associazione Nazionale Imprese di Verniciatura, Decorazione e Stuccatura (ANVIDES).

70.1.9 Smaltimento rifiuti

L'appaltatore ha l'obbligo di non scaricare in fognatura e di non disperdere nell'ambiente il prodotto e/o il contenitore.

In caso di spargimenti, occorre assorbire con sabbia. I rifiuti derivanti, classificabili come speciali, devono essere smaltiti in apposite discariche autorizzate rispettando le normative locali e nazionali in vigore, e ottenendo preventivamente l'autorizzazione degli enti preposti.

70.2 Esecuzione di decorazioni

Per l'esecuzione delle decorazioni, sia nelle pareti interne che nei prospetti esterni, la direzione dei lavori può fornire all'appaltatore, qualora non compresi tra i disegni di contratto o ad integrazione degli stessi, i necessari particolari costruttivi e modalità esecutive.

Le campionature devono essere sottoposte all'accettazione del direttore dei lavori.

70.3 Rivestimenti per interni ed esterni

70.3.1 Definizioni

Si definisce *sistema di rivestimento* il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei, che realizzano la finitura dell'edificio.

I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzioni in:

- rivestimenti per esterno e per interno;
- rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
- rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

70.3.2 Sistemi realizzati con prodotti rigidi

Per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, ecc. con dimensioni e pesi similari), si procederà alla posa su letto di malta svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione, curando la sufficiente continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (temperatura e umidità) e di maturazione. Si valuterà, inoltre, la composizione della malta, onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto. Durante la posa del rivestimento, si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante e il rispetto di eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta, si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc., in modo da applicare successivamente uno strato di collegamento (o ancoraggio), costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimiche e termiche con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto.

Per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti similari, si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e similari), a loro volta ancorati direttamente alla parte muraria e/o su tralici o similari. I sistemi di fissaggio devono, comunque, garantire un'adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e quello del rivestimento, per resistere alla corrosione e permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio e il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche. Il sistema nel suo insieme deve avere un comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, alla pioggia, ecc. e assolvere le altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua e così via. Durante la posa del rivestimento si devono verificare gli effetti estetici previsti, l'allineamento o, comunque, la corretta esecuzione di giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.

Per le lastre, pannelli, ecc. a base di metallo o materia plastica si procederà analogamente a quanto descritto per le lastre.

In base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, si cureranno l'esecuzione dei fissaggi e la collocazione rispetto agli strati sottostanti, onde evitare incompatibilità termiche, chimiche o elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumori indotti da vento, pioggia, ecc. Verranno, inoltre, verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

70.3.3 Sistemi realizzati con prodotti flessibili

I sistemi con prodotti flessibili devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto esecutivo, con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessili, fogli di materie plastiche o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile.

70.3.4 *Sistemi realizzati con prodotti fluidi*

I sistemi con prodotti fluidi devono rispondere alle indicazioni seguenti:

- su pietre naturali e artificiali:
 - impregnazione della superficie con siliconi o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti ai raggi UV, al dilavamento e agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera.
- su intonaci esterni:
 - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
 - pitturazione della superficie con pitture organiche.
- su intonaci interni:
 - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
 - pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
 - rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
 - tinteggiatura della superficie con tinte a tempera.
- su prodotti di legno e di acciaio:
 - si seguiranno le indicazioni del produttore e del direttore dei lavori.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto, e, in loro mancanza (o a loro integrazione), si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore e accettate dalla direzione dei lavori. Le informazioni saranno fornite secondo le norme **UNI 8758** o **UNI 8760** e riguarderanno:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura e umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, e le condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio, ivi comprese le condizioni precedentemente citate per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture, ivi comprese le condizioni sopra citate.

Durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

70.4 *Applicazione di tappezzerie*

L'applicazione di tappezzerie (del tipo carta, vinilica con supporto in carta, vinilica con supporto telato, tessuto con supporto in carta, tessuto murale apprettato, paglia, laminato, sughero, agugliato, ecc.), deve essere eseguita con collanti a freddo (per quelle di carta) o adesivi vinilici (per quelle in plastica), che non dovranno danneggiare in alcun modo i materiali di rivestimento o di supporto.

I rivestimenti devono essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete, con giunti realizzati secondo le indicazioni del fabbricante e le ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

70.4.1 *Superfici e supporti*

Le superfici murali idonee per la posa di tappezzerie possono essere:

- l'intonaco civile;
- la rasatura a gesso;
- il cemento lisciato.

70.4.2 *Stato delle superfici e dei supporti murali*

I supporti murali nuovi per l'applicazione delle tappezzerie devono possedere i seguenti requisiti:

- essere privi di residui delle precedenti lavorazioni e, soprattutto, di residui untuosi;
- possedere un grado di umidità relativa inferiore al 55%;
- avere un pH compreso tra 6 e 7.

I suddetti requisiti devono essere preventivamente controllati dal direttore dei lavori.

70.4.3 *Preparazione del supporto*

Il supporto deve essere preventivamente preparato dall'appaltatore prima dell'applicazione della tappezzerie.

La preparazione deve consistere nella pulizia da tutti gli elementi estranei che possano pregiudicare l'adesione delle tappezzerie. A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua pulizia e all'asportazione dei materiali esistenti, nonché al riempimento di fessure e piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc., avendo cura di eliminare, al termine, la polvere e i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio e il supporto durante la posa. In generale, le tecniche di preparazione (carteggiatura, spazzolatura, stuccatura, rasatura, ecc.) devono rispettare le precise indicazioni del produttore.

70.4.4 *Tecnica di applicazione*

La tecnica di applicazione deve rispettare le indicazioni contenute nelle schede tecniche fornite dal produttore e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Durante l'applicazione, si deve curare la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, bordi di porte, finestre, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e, comunque, la scarsa percepibilità dei giunti.

Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (ad esempio tessili), si deve provvedere ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto simile, allo scopo di ottenere la levigatezza e la continuità volute. Si deve applicare, infine, il telo di finitura curando il suo taglio preliminare in lunghezza e curando la concordanza dei disegni, la necessità di posare i teli con andamento alternato, ecc.

70.4.5 *Norme di riferimento*

UNI EN 12149 – *Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione della migrazione dei metalli pesanti e di altre sostanze, del cloruro di vinile monomero e del rilascio di formaldeide;*

UNI EN 12781 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per pannelli di sughero;*

UNI EN 12956 – *Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione delle dimensioni, rettilineità, spugnabilità e lavabilità;*

UNI EN 13085 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero;*

UNI EN 15102 – *Rivestimenti murali decorativi. Prodotti in rotoli e pannelli;*

UNI EN 233 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per carte da parati finite e per rivestimenti di vinile e di plastica;*

UNI EN 234 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per i rivestimenti murali da decorare successivamente;*

UNI EN 235 – *Rivestimenti murali. Vocabolario e simboli;*

UNI EN 259-1 – *Rivestimenti murali in rotoli. Rivestimenti murali per uso intenso. Specifiche;*

UNI EN 259-2 – *Rivestimenti murali in rotoli. Rivestimenti murali per uso intenso. Determinazione della resistenza agli urti;*

UNI EN 266 – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali tessili.*

70.5 *Applicazione di moquette*

L'applicazione di moquette deve essere eseguita con collanti a freddo (per quelle di carta) o adesivi vinilici (per quelle in plastica), che non dovranno danneggiare in alcun modo i materiali di rivestimento o di supporto.

I rivestimenti devono essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete con giunti realizzati secondo le prescrizioni della direzione dei lavori e le indicazioni del fabbricante.

70.5.1 *Superfici e supporti*

Le superfici idonee per la posa di moquette possono essere:

- magrone di cemento lisciato fine;
- pavimentazioni di piastrelle di ceramica;
- pavimentazioni di marmo, legno, ecc.

70.5.2 *Stato delle superfici e dei supporti murali*

I supporti murali nuovi per l'applicazione di moquette devono possedere i seguenti requisiti:

- essere privi di residui delle precedenti lavorazioni e soprattutto di residui untuosi;
- possedere un grado di umidità relativa inferiore al 55%;

- avere un pH compreso tra 6 e 7.

I suddetti requisiti devono essere preventivamente controllati dal direttore dei lavori.

70.5.3 *Preparazione del supporto*

Il supporto deve essere preventivamente preparato dall'appaltatore prima dell'applicazione della moquette.

La preparazione deve consistere nella pulizia da tutti gli elementi estranei che possano pregiudicare l'adesione delle moquette. A seconda del supporto, si procederà alla sua pulizia e all'asportazione dei materiali esistenti, nonché al riempimento di fessure e piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc., avendo cura di eliminare, al termine, la polvere e i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio e il supporto durante la posa. In generale, le tecniche di preparazione (carteggiatura, spazzolatura, stuccatura, rasatura ecc.), devono rispettare le precise indicazioni del produttore.

70.5.4 *Tecnica di applicazione*

La tecnica di posa in opera della moquette deve rispettare le indicazioni contenute nelle schede tecniche fornite dal produttore e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Durante l'applicazione, si deve curare la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e, comunque, la scarsa percepibilità dei giunti.

70.5.5 *Norme di riferimento*

UNI 7956 – *Prove sui tessili. Determinazione del comportamento alla combustione dei rivestimenti tessili per pavimenti, pareti e soffitti;*

UNI 8013-1 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione.*

UNI 8014-1 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Prelievo, numero e dimensioni delle provette;*

UNI 8014-2 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica totale;*

UNI 8014-3 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica dell'intero strato di utilizzazione;*

UNI 8014-5 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore totale;*

UNI 8014-6 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;*

UNI 8014-7 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di breve durata di carico statico moderato;*

UNI 8014-8 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di lunga durata di carico statico elevato;*

UNI 8014-9 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico;*

UNI 8014-10 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa volumica del pelo utile;*

UNI 8014-12 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;*

UNI 8014-13 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione del numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;*

UNI 8014-14 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della forza di strappo dei fiocchetti;*

UNI SPERIMENTALE 8014-15 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza allo sporramento;*

UNI 8014-16 – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza elettrica orizzontale (superficiale) e verticale (trasversale);*

- UNI 9946:1992** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione;
- UNI CEN/TS 14472-1** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Generalità;
- UNI CEN/TS 14472-2** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti tessili per pavimentazioni;
- UNI CEN/TS 14472-3** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione - Rivestimenti laminati per pavimentazioni;
- UNI CEN/TS 14472-4** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni;
- UNI EN 1269** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione delle impregnazioni nei rivestimenti agugliati mediante una prova di sporcatura;
- UNI EN 1307** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei tappeti a pelo;
- UNI EN 1318** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione dello spessore utile apparente dei fondi;
- UNI EN 13297** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione delle pavimentazioni tessili a pelo agugliate;
- UNI EN 13893** – Rivestimenti resilienti, laminati e tessili per pavimentazioni. Misura del coefficiente dinamico di attrito su superfici di pavimenti asciutte;
- UNI EN 14041** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Caratteristiche essenziali;
- UNI CEN/TS 14159** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Requisiti concernenti le tolleranze sulle dimensioni (lineari) dei tappeti a misura, passatoie, quadrotti e rivestimenti tessili per pavimentazioni da parete a parete e le tolleranze sul rapporto di disegno;
- UNI EN 14215** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti e passatoie a pelo fabbricati a macchina;
- UNI EN 14499** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Requisiti minimi per i riversi dei tappeti;
- UNI EN 1470** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti tessili per pavimentazioni agugliati ad eccezione dei rivestimenti agugliati a pelo;
- UNI EN 1471** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione dei cambiamenti di aspetto;
- UNI EN 14900** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica del supporto (textile fleece backing);
- UNI EN 15114** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti tessili per pavimentazioni senza pelo;
- UNI EN 15115** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della sensibilità all'acqua versata;
- UNI CEN/TS 15398** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per pavimentazioni;
- UNI EN 1813** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione dell'integrità delle fibre di lana mediante un abrasimetro;
- UNI EN 1814** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della resistenza al danneggiamento dei bordi tagliati, mediante la prova con il tamburo Vettermann modificato;
- UNI EN 1815** – Rivestimenti resilienti e tessili per pavimentazioni. Valutazione della propensione all'accumulo di elettricità statica;
- UNI EN 1963** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prove mediante la macchina Lisson Tretrad;
- UNI EN 685** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Classificazione;
- UNI EN 984** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della massa areica dello strato di utilizzazione dei rivestimenti delle pavimentazioni agugliate;
- UNI EN 985** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prova della sedia a rotelle;
- UNI EN 986** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Piastrelle. Determinazione delle variazioni dimensionali e dell'incurvamento per effetto della variazione delle condizioni di umidità e di temperatura;
- UNI EN 994** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della lunghezza dei lati, dell'ortogonalità e della rettilineità delle piastrelle;

UNI EN 995 – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione della deformabilità sotto carico dei fondi;*

UNI EN ISO 105-X10 – *Tessili. Prove di solidità del colore. Parte X10: Valutazione della migrazione dei colori dei tessili nei rivestimenti di policloruro di vinile;*

UNI EN ISO 11378-2 – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prove di sporcatura in laboratorio. Prova del tamburo;*

UNI EN ISO 11857 – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla delaminazione.*

70.6 Verifiche del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione del sistema di rivestimento, nel corso dell'esecuzione dei lavori, e con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti, e, inoltre, almeno per gli strati più significativi, accerterà che il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato.

In particolare, verificherà:

- per i rivestimenti rigidi, le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti, e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, ecc.;
- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli), la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;
- per i rivestimenti fluidi o in pasta, il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto in precedenza, verificando la loro completezza, ecc., specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori.

A conclusione dei lavori, il direttore eseguirà prove (anche solo localizzate) con facili mezzi da cantiere, creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o, comunque, simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi, verificherà in particolare il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti. Per i rivestimenti in fogli, verificherà l'effetto finale e l'adesione al supporto. Per quelli fluidi, infine, accerterà la completezza, l'assenza di difetti locali e l'aderenza al supporto.

Art. 71. Giunti di dilatazione

71.1 Giunti di dilatazione per pavimenti

71.1.1 Generalità

Nelle pavimentazioni per interni, devono essere inseriti giunti di dilatazione anche tra pavimento e rivestimento e in corrispondenza dei giunti strutturali verticali, collocati secondo i disegni progettuali o le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori, per eliminare le tensioni provocate dalle dilatazioni termiche con conseguente distacco degli elementi posati. I giunti di dilatazione, prima della collocazione, devono essere accettati dalla direzione dei lavori.

I giunti di dilatazione, che possono essere in alluminio, ottone o materiale plastico, non devono richiedere manutenzione. Per pavimentazioni soggette a intenso traffico pedonale, carrelli, lettighe, ecc., il giunto deve essere dotato di alette di fissaggio laterali che possano essere affogate nel collante al di sotto del rivestimento ceramico o in pietra naturale oppure direttamente nel massetto, nel caso si impieghino altri materiali da rivestimento quali, per esempio, moquette o linoleum.

I giunti di dilatazione devono assicurare la protezione anche gli spigoli delle piastrelle e devono evitare la propagazione del suono nel rivestimento e ridurre la trasmissione di rumori generati dal calpestio e dalle vibrazioni.

Nelle pavimentazioni tradizionali degli ambienti residenziali, possono essere impiegati giunti di dilatazione perimetrali realizzati con materiali comprimibili, come polistirene o poliuretano espanso, sigillati superiormente e ricoperti dai battiscopa.

71.1.2 Pavimenti

Il giunto di dilatazione per pavimenti (piastrelle, marmi, clinker, ecc.) deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di montaggio deve essere di mm.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da..... °C (da – 30°C a +120°C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate al massetto di sottofondo con viti e tasselli ad espansione tipo, ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati. Il sottofondo su entrambi i lati del giunto deve essere preparato con malta antiritiro per una larghezza di circa 10 cm.

La guarnizione prima della collocazione deve essere ben lubrificata con una soluzione di acqua saponata. La sua installazione deve avvenire partendo da un'estremità del profilo metallico. Le guide del profilo devono essere pulite da polvere o altre eventuali impurità.

71.1.3 Pavimenti sopraelevati

Il giunto di dilatazione per pavimenti deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate verticalmente. L'altezza di montaggio deve essere di mm.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da..... °C (da – 30°C a +120°C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate ai pannelli con viti e tasselli ad espansione tipo, ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati.

La guarnizione prima della collocazione deve essere ben lubrificata con una soluzione di acqua saponata. La sua installazione deve avvenire partendo da un'estremità del profilo metallico. Le guide del profilo devono essere pulite da polvere o altre eventuali impurità.

71.1.4 Pavimenti finiti

Il giunto di dilatazione per pavimenti finiti deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da..... °C (da – 30°C a +120°C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose. La guarnizione elastica può essere anche in PVC speciale. Le alette del profilo devono essere installate sul pavimento finito con viti a testa svasata e tasselli ad espansione.

71.2 Giunti di dilatazione per facciate, pareti e soffitti

71.2.1 Facciate, pareti e soffitti a faccia vista

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare a faccia vista deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di montaggio deve essere di mm. Le alette del profilo metallico devono avere un sottostrato in neoprene cellulare per la compensazione delle irregolarità del piano d'appoggio.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da..... °C (da – 30°C a +120°C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le superfici dove appoggiano le alette del profilo devono essere piane, lisce e pulite. Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate al piano d'appoggio con viti e tasselli ad espansione tipo, ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati. Negli ambienti interni il profilo può essere fissato con idoneo collante speciale.

Nei raccordi testa a testa dei profili in alluminio deve essere lasciata una fessura di circa 5 mm da riempire con idoneo sigillante elastico.

71.2.2 Facciate, pareti e soffitti sotto-intonaco

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare sotto-intonaco deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di montaggio deve essere di mm.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da..... °C (da – 30°C a +120°C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le alette laterali del profilo portante in alluminio devono essere fissate al piano d'appoggio con chiodi d'acciaio inox ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati del giunto.

71.2.3 Facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto

Il giunto di dilatazione per facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. Il profilo portante deve essere regolabile in funzione dello spessore del rivestimento a cappotto.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da..... °C (da – 30°C a +120°C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Gli angolari di alluminio devono essere collocati a interasse di circa 40 cm, fissati mediante viti e tasselli ad espansione. La parte del profilo a vista durante la posa in opera deve essere protetta con speciale nastro adesivo. Le eventuali irregolarità della superficie devono essere eliminate mediante applicazione di strato di malta.

71.2.4 Facciate, pareti e soffitti a lavori finiti

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare a faccia vista deve essere costituito da profilo in duralluminio (**UNI 3569**) o in PVC rigido. Il PVC rigido deve essere resistente e stabile ad almeno 70°C e ai raggi UV. La collocazione del giunto deve essere eseguita mediante clips di fissaggio in acciaio inox da inserire nella scanalatura del profilo. Per la solidità dell'ancoraggio deve essere utilizzata almeno un clip ogni cm, ovvero come previsto dal produttore.

CAPITOLO 6 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI

Art. 72. 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 alle pareti dell'edificio facendo affidamento sul solo attrito.

I corpi illuminanti dovranno essere dotati 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. 73. Impianti elettrici⁸

73.1 Qualità dei materiali e marcatura dei materiali

I materiali e gli apparecchi relativi agli impianti elettrici devono essere rispondenti alle prescrizioni progettuali e devono avere le caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio.

I componenti elettrici previsti da specifiche direttive europee devono riportare il marchio CE.

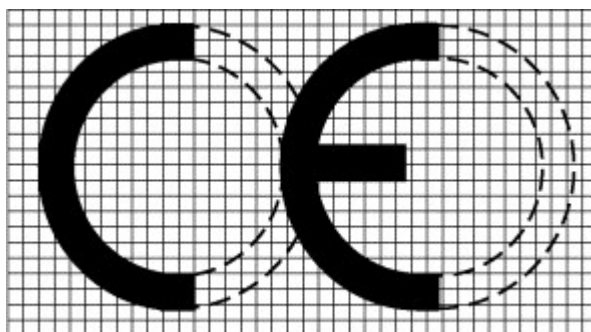


Figura 83.1 - Marchio CE

I componenti elettrici previsti dalla legge n. 791/1977, e per i quali esista una specifica norma, possono essere muniti di marchio IMQ o di altro marchio di conformità (rilasciato da un laboratorio riconosciuto o da organismi competenti), oppure di dichiarazione di conformità alla norma rilasciata dal costruttore.



Figura 83.2 - Marchio IMQ

I componenti elettrici non previsti dalla legge n. 791/1977 o senza norme di riferimento dovranno essere comunque conformi alla legge n. 186/1968.

⁸ <http://www.capitolatitecnici.it>, a cura della federazione ANIE, aderente a Confindustria, che rappresenta le principali imprese elettrotecniche ed elettroniche che operano in Italia.

Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

NORME DI RIFERIMENTO

I materiali elettrici devono essere conformi alle leggi e regolamenti vigenti, in particolare:

Legge 1° marzo 1968, n. 186 – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;

Legge 18 ottobre 1977, n. 791 – Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;

D.M. 10 aprile 1984 – Disposizioni per la prevenzione e l'eliminazione dei radiodisturbi provocati dagli apparecchi di illuminazione per lampade fluorescenti muniti di starter;

Legge 9 gennaio 1989, n. 13 – Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;

Legge 17 aprile 1989, n. 150 – Attuazione della direttiva 82/130/CEE e norme transitorie concernenti la costruzione e la vendita di materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva;

D.M. 14 giugno 1989, n. 236 – Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;

Legge 5 marzo 1990, n. 46 – Norme per la sicurezza degli impianti;

D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447 – Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti;

D.M. 22 febbraio 1992 – Modello di dichiarazione di conformità;

D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 – Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;

D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626 – Attuazione della direttiva 93/68/CEE, in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;

D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162 – Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio;

D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462 – Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;

D.M. 10 marzo 2005 – Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio;

D.M. 15 marzo 2005 – Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo;

D.M. 28 aprile 2005 – Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi;

D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

73.2 *Oneri specifici per l'appaltatore*

L'appaltatore ha l'obbligo di fornire depliant e, ove possibile, campioni di almeno tre marche di ogni componente dell'impianto, per consentire la scelta al direttore dei lavori.

Per i corpi illuminanti, l'appaltatore dovrà fornire appositi campioni, da conservare in appositi locali. I materiali non accettati dovranno essere sostituiti e allontanati dal cantiere.

L'appaltatore dovrà curare gli impianti elettrici fino alla conclusione del collaudo tecnico-amministrativo o all'emissione del certificato di regolare esecuzione, prevenendo eventuali danneggiamenti durante l'esecuzione dei lavori.

Le eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali esecutive dovranno essere segnalate tempestivamente al direttore dei lavori.

L'appaltatore dovrà fornire al direttore dei lavori tutta la documentazione integrativa per l'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

73.3 *Modalità di esecuzione degli impianti elettrici*

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali e la corretta tecnica da personale adeguato alla tipologia degli impianti, addestrato e dotato delle necessarie attrezzature.

Gli impianti elettrici devono essere realizzati in conformità alla legge n. 186 del 1° marzo 1968.

La rispondenza alle vigenti norme di sicurezza deve essere attestata con la procedura di cui al **D.M. 22 gennaio 2008, n. 37**.

Al termine dell'esecuzione degli impianti l'appaltatore dovrà rilasciare l'apposito certificato di conformità dell'impianto, come previsto dal D.M. n. 37/2008.

73.4 *Cavi e conduttori*

73.4.1 *Definizioni*

Si premettono le seguenti definizioni:

- con il termine *cavo* si indicano tutti i tipi di cavo con o senza rivestimento protettivo;
- con il termine *condutture* si indicano i prodotti costituiti da uno o più cavi e dagli elementi che ne assicurano il contenimento, il sostegno, il fissaggio e la protezione meccanica.

In relazione al tipo di funzione nella rete di alimentazione, le condutture in partenza dal quadro generale B.T. nella rete di distribuzione, si possono suddividere nelle seguenti categorie:

- condutture di distribuzione attraverso montante, a sviluppo prevalentemente verticale;
- condutture di distribuzione attraverso dorsali, a sviluppo prevalentemente orizzontale;
- condutture di distribuzione diretta agli utilizzatori.

73.4.2 *Tipologie*

I cavi delle linee di energia possono essere dei seguenti tipi:

- tipo A: cavi con guaina per tensioni nominali con $U_0/U = 300/500, 450/750$ e $0,6/1$ Kv;
- tipo B: cavi senza guaina per tensione nominale $U_0/U = 450/750$ V;
- tipo C: cavi con guaina resistenti al fuoco;
- tipo D: cavi con tensioni nominali $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$ kV.

73.4.3 *Distinzione dei cavi attraverso i colori*

I cavi per energia elettrica devono essere distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.

Per la sequenza dei colori delle anime (fino a un massimo di cinque) dei cavi multipolari flessibili e rigidi, rispettivamente con e senza conduttore di protezione, si deve fare riferimento alla norma **CEI UNEL 00722 (HD 308)**.

Per tutti i cavi unipolari senza guaina cordine sono ammessi i seguenti monocolori: nero, marrone, rosso, arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco, rosa, turchese. Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione:

- bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione;
- colore blu per il conduttore di neutro.

Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo) e bianco (polo negativo).

Per la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione, si deve fare riferimento alla norma **CEI UNEL 00721**.

Nell'uso dei colori devono essere rispettate le seguenti regole:

- il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità;
- il colore blu deve essere riservato al conduttore di neutro. Quando il neutro non è distribuito, l'anima di colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase. In tal caso, detta anima deve essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone;
- sono vietati i singoli colori verde e giallo.

73.4.4 *Comportamento al fuoco*

I cavi elettrici, ai fini del comportamento al fuoco, possono essere distinti nelle seguenti categorie:

- cavi non propaganti la fiamma, conformi alla norma **CEI 20-35 (EN 60332)**, che tratta la verifica della non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale;
- cavi non propaganti l'incendio, conformi alla norma **CEI 20-22 (EN 50266)**, che tratta la verifica della non propagazione dell'incendio di più cavi raggruppati a fascio e in posizione verticale, in accordo alla quantità minima di materiale non metallico combustibile prescritta dalla parte 2 (10 kg/m oppure 5 kg/m) o dalla parte 3 (1,5 l/m);
- cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi, gas tossici e corrosivi LSOH, rispondenti alla norma **CEI 20-22 (EN 50266)** per la non propagazione dell'incendio, e alle norme **CEI 20-37 (EN 50267 e EN 61034)** per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi;
- cavi LSOH resistenti al fuoco conformi alle norme della serie **CEI 20-36 (EN 50200- 50362)**, che tratta la verifica della capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio. I cavi resistenti al fuoco sono anche non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi.

L'appaltatore deve utilizzare esclusivamente cavi non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi anche nelle situazioni installative non obbligatoriamente previste dalla norme.

73.4.5 *Posa in opera delle condutture*

Per la scelta del tipo di cavo in relazione alle condizioni ambientali e di posa, ai fini di una corretta installazione si rimanda alle indicazioni delle norme **CEI 11-17, CEI 20-40, CEI 20- 67 e 20-XX** (in preparazione).

La posa in opera delle condutture può essere in:

- tubo, ovvero costituita da cavi contenuti in un tubo protettivo, il quale può essere incassato, in vista o interrato;
- canale, ovvero costituita da cavi contenuti entro un contenitore prefabbricato con coperchio;
- vista, nella quale i cavi sono fissati a parete o soffitto per mezzo di opportuni elementi (per esempio, graffette o collari);
- condotto, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità lisce o continue ottenute dalla costruzione delle strutture murarie o entro manufatti di tipo edile prefabbricati o gettati in opera;
- cunicolo, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio non praticabile con chiusura mobile;
- su passerelle, ovvero costituita da cavi contenuti entro un sistema continuo di elementi di sostegno senza coperchio;
- galleria, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio praticabile.

73.4.6 *Prescrizioni relative a condutture di impianti particolari*

I cavi di alimentazione dei circuiti di sicurezza devono essere indipendenti da altri circuiti.

I cavi dei circuiti a SELV devono essere installati conformemente a quanto indicato negli art. 411.1.3.2 e 528.1.1 della norma **CEI 64-8**.

I cavi dei circuiti FELV possono essere installati unitamente ai cavi di energia.

I cavi di circuiti separati, derivati o meno dal trasformatore di isolamento devono essere indipendenti da altri circuiti.

73.4.7 *Norme di riferimento generali e per tipologie dei cavi*

I cavi e le condutture per la realizzazione delle reti di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori devono essere conformi alle seguenti norme:

a) requisiti generali:

CEI-UNEL 00722 – *Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U_0/U non superiori a 0,6/1 kV;*

CEI UNEL 00721 – *Colori di guaina dei cavi elettrici;*

CEI UNEL 00725-(EN 50334) – Marcatura mediante iscrizione per l'identificazione delle anime dei cavi elettrici;

CEI-UNEL 35024-1 – Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;

CEI-UNEL 35024-2 – Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;

CEI-UNEL 35026 – Cavi di energia per tensione nominale U sino ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Posa in aria e interrata;

CEI UNEL 35027 – Cavi di energia per tensione nominale U superiore ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Generalità per la posa in aria e interrata;

CEI 16-1 – Individuazione dei conduttori isolati;

CEI 20-21 (serie) – Cavi elettrici. Calcolo della portata di corrente;

CEI 11-17 – Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo;

CEI 20-40 (HD 516) – Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;

CEI 20-67 – Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;

CEI 20-XX – Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di media tensione;

b) cavi tipo A (I categoria) = cavi con guaina per tensioni nominali $U_0/U = 300/500, 450/750$ e $0,6/1$ kV

CEI 20-13 – Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

CEI-UNEL 35375 – Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale $U_0/U: 0,6 / 1$ kV;

CEI-UNEL 35376 – Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale $U_0/U: 0,6 / 1$ kV;

CEI-UNEL 35377 – Cavi per comandi e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo. Tensione nominale $U_0/U: 0,6 / 1$ kV;

CEI UNEL 35382 – Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro). Tensione nominale $U_0/U: 0,6/1$ kV – LSOH;

CEI UNEL 35383 – Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni;

c) cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale $U_0/U: 0,6/1$ kV – LSOH

CEI UNEL 35384 – Cavi per comandi e segnalamento in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale $U_0/U: 0,6/1$ kV – LSOH;

CEI 20-14 – Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV;

CEI-UNEL 35754 – Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari rigidi con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale $U_0/U: 0,6 / 1$ kV;

CEI-UNEL 35755 – Cavi per comandi e segnalamento isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale $U_0/U: 0,6 / 1$ kV;

CEI-UNEL 35756 – Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U_0/U : 0,6 / 1 kV;

CEI-UNEL 35757 – Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari per posa fissa con conduttori flessibili, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U_0/U : 0,6 / 1 kV;

CEI 20-19 – Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-20 – Cavi isolati in PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-38 – Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. LSOH;

CEI-UNEL 35369 – Cavi per energia isolati con miscela elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. LSOH;

CEI-UNEL 35370 – Cavi per energia isolati con miscela elastomerica non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi con conduttori rigidi. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. LSOH;

CEI-UNEL 35371 – Cavi per comandi e segnalazioni, isolati con miscela elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6 / 1 kV. LSOH;

IMQ CPT 007 – Cavi elettrici per energia e per segnalamento e controllo isolati in PVC, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogenidrici. Tensione nominale di esercizio 450/750 e 300/500 V – FROR 450/750 V;

IMQ CPT 049 – Cavi per energia e segnalamento e controllo isolati con miscela termoplastica non propaganti l'incendio e esenti da alogeni (LSOH). Tensione nominale U_0/U non superiore a 450/750 V – FM9OZ1 – 450/750 V – LSOH;

d) cavi tipo B = cavi senza guaina per tensione nominale $U_0/U = 450/750V$

CEI 20-20/3 – Cavi isolati con PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi senza guaina per posa fissa;

CEI-UNEL 35752 – Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale U_0/U : 450/750 V;

CEI-UNEL 35753 – Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio. Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi. Tensione nominale U_0/U : 450/750 V;

CEI-UNEL 35368 – Cavi per energia isolati con miscela elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale U_0/U : 450/750 V;

IMQ CPT 035 – Cavi per energia isolati con miscela termoplastica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Tensione nominale U_0/U non superiore a 450/750 V;

e) cavi tipo C = cavi resistenti al fuoco

CEI 20-39 – Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V;

CEI 20-45 – Cavi isolati con miscela elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U_0/U di 0,6/1 kV. LSOH;

f) cavi tipo D (II categoria) = cavi con tensioni nominali $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$ kV

CEI 20-13 – Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

IEC 60502 – IEC 60502-1, Ed. 2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV).

73.4.8 Norme di riferimento per il comportamento al fuoco

CEI EN 60332 (CEI 20-35) – Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio. Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato;

CEI EN 50266 (CEI 20-22) – *Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio. Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio;*

CEI EN 50267 (CEI 20-37) – *Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio. Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi;*

CEI EN 61034 (CEI 20-37) – *Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite.*

73.4.9 Sezioni minime dei conduttori

Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione. In ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

- conduttori di fase: 1,5 mm² (rame) per impianti di energia;
- conduttori per impianti di segnalazione: 0,5 mm² (rame);
- conduttore di neutro: deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase, sia nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori, sia nei circuiti trifase, quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mm². Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm², può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase, se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:
 - la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;
 - la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm².
- conduttori di protezione: devono avere sezioni di:.....

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- 2,5 mm² (rame) se protetto meccanicamente;
- 4 mm² (rame) se non protetto meccanicamente.

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali), la sezione non deve essere inferiore a 6 mm².

- conduttore di terra:
 - protetto contro la corrosione ma non meccanicamente, e non inferiore a 16 mm² in rame o ferro zincato;
 - non protetto contro la corrosione, e non inferiore a 25 mm² (rame) oppure 50 mm² (ferro);
 - protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori della tabella **CEI-UNEL 3502**. Se dall'applicazione di questa tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.
- conduttore PEN (solo nel sistema TN): non inferiore a 10 mm² (rame);
- conduttori equipotenziali principali: non inferiori a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm² (rame). Non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm² (rame);
- conduttori equipotenziali supplementari:
 - fra massa e massa, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione minore;
 - fra massa e massa estranea, sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione;
 - fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a 2,5 mm² (rame) se protetto meccanicamente, e a 4 mm² (rame) se non protetto meccanicamente.

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa, e fra massa e massa estranea.

73.5 Tubazioni ed accessori per installazioni elettriche

Tutte le tubazioni di protezione dei cavi elettrici dovranno essere di tipo flessibile in PVC nella serie pesante antischiacciamento, di tipo e caratteristiche contemplate nelle vigenti norme UNEL e CEI.

In generale, i sistemi di protezione dei cavi devono essere scelti in base a criteri di resistenza meccanica e alle sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa sia durante l'esercizio.

73.5.1 *Posa in opera in generale e in condizioni particolari*

L'installazione o posa in opera delle tubazioni di protezione potrà essere del tipo:

- a vista;
- sottotraccia nelle murature o nei massetti delle pavimentazioni;
- annegamento nelle strutture in calcestruzzo prefabbricate;
- interramento (**CEI EN 50086-2-4**).

In condizioni particolari, devono essere rispettate le seguenti norme e materiali:

- sottotraccia nelle pareti o in murature:
 - PVC flessibile leggero (**CEI 23-14**);
 - PVC flessibile pesante (**CEI 23-14**).
- sottotraccia nel massetto delle pavimentazioni:
 - PVC flessibile pesante (**CEI 23-14**);
 - PVC rigido pesante (**CEI 23-8**).
- tubo da collocare in vista (ambienti ordinari):
 - PVC flessibile pesante (**CEI 23-14**);
 - PVC rigido pesante (**CEI 23-8**);
 - tubo PVC rigido filettato (**CEI 23-25 e CEI 23-26**);
 - guaine guida cavi (**CEI 23-25**).
- tubo da collocare in vista (ambienti speciali):
 - PVC rigido pesante (**CEI 23-8**);
 - in acciaio (**CEI 23-28**);
 - in acciaio zincato (**UNI 3824-74**);
 - tubo PVC rigido filettato (**CEI 23-25 e CEI 23-26**);
 - guaine guida cavi (**CEI 23-25**).
- tubo da interrare:
 - PVC rigido pesante (**CEI 23-8**);
 - PVC flessibile pesante (**CEI 23-14**);
 - cavidotti (**CEI 23-29**);
 - guaine guida cavi (**CEI 23-25**).

Il tracciato dei tubi protettivi sulle pareti deve avere un andamento rettilineo orizzontale o verticale. Nel caso di andamento orizzontale, deve essere prevista una minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

Le tubazioni sottotraccia dovranno essere collocate in maniera tale che il tubo venga a trovarsi totalmente incassato ad almeno 2 cm dalla parete finita. I tubi, prima della ricopertura con malta cementizia, dovranno essere saldamente fissati sul fondo della scanalatura e collocati in maniera che non siano totalmente accostati, in modo da realizzare un interstizio da riempire con la malta cementizia.

73.5.2 *Maggiorazione del diametro interno dei tubi*

Il diametro interno dei tubi per consentire variazioni impiantistiche deve:

- negli ambienti ordinari: essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi che deve contenere, con un minimo di 10 mm;
- negli ambienti speciali: essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi che devono essere contenuti, con un minimo di 16 mm.

73.5.3 *Componenti del sistema di canalizzazione*

Il sistema di canalizzazione, per ogni tipologia, deve prevedere i seguenti componenti:

- a) sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi:
 - canale;
 - testata;
 - giunzioni piana lineare;
 - deviazioni;
 - derivazione;

- accessori complementari;
- elementi di sospensione;
- elementi di continuità elettrica.

b) sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi:

- canale;
- testata;
- giunzioni piana lineare;
- deviazioni;
- derivazione;
- accessori complementari;
- elementi di sospensione.

c) sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso battiscopa:

- canale battiscopa portacavi;
- canale cornice per stipite;
- giunzioni piana lineare;
- deviazione:
- angolo;
- terminale.

d) sistemi di condotti a sezione non circolare in materiale isolante sottopavimento:

- condotto;
- elementi di giunzione;
- elementi di derivazione;
- elementi di incrocio;
- cassette e scatole a più servizi;
- torrette.

e) sistemi di passerelle metalliche e loro accessori ad uso portacavi:

- canale;
- testata;
- giunzioni piana lineare;
- deviazioni;
- derivazione;
- accessori complementari;
- elementi di sospensione;
- elementi di continuità elettrica.

73.5.4 Indicazioni per la sicurezza dei canali metallici e loro accessori

Il sistema di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi deve prevedere le seguenti misure di sicurezza:

- i coperchi dei canali e degli accessori devono essere facilmente asportabili per mezzo di attrezzi **(CEI 64-8)**;
- il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi;
- le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema.

73.5.5 Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori

Il sistema di canali in materiale plastico e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi deve prevedere le seguenti misure di sicurezza:

- i coperchi dei canali e degli accessori devono essere facilmente asportabili per mezzo di attrezzi **(CEI 64-8)**;

- il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi.

73.5.6 *Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso battiscopa*

Il sistema di canali in materiale plastico e loro accessori ad uso battiscopa deve prevedere le seguenti misure di sicurezza:

- il canale battiscopa, la cornice, le scatole di smistamento e le derivazioni a più vie, devono garantire la separazione di differenti servizi;
- gli accessori destinati all'installazione di apparecchi elettrici devono essere ancorati in modo indipendente dal battiscopa e dalla cornice e, comunque, esternamente ai canali stessi.
- la derivazione dei cavi dal battiscopa deve avvenire mediante canali accessori, secondo la norma **CEI 23-19**, o canali portacavi rispondenti alla norma **CEI 23-32**.

Il canale battiscopa installato deve assicurare che i cavi siano posizionati ad almeno 10 mm dal pavimento finito.

Le scatole destinate all'installazione delle prese di corrente devono assicurare che l'asse orizzontale si trovi ad almeno 70 mm dal pavimento finito (**CEI 64-8**).

Le prese telefoniche devono essere collocate a distanza di almeno 120 mm tra l'asse orizzontale della presa e il pavimento.

73.5.7 *Caratteristiche alla piegatura e grado di protezione minimo*

Le tubazioni di protezione secondo le caratteristiche alla piegatura potranno essere:

- rigide (**CEI EN 50086-2-1**);
- pieghevoli (**CEI EN 50086-2-2**);
- pieghevoli/autorinvenenti (**CEI EN 50086-2-2**);
- flessibili (**CEI EN 50086-2-3**).

Il grado di protezione dovrà essere di IP XX (con un minimo IP3X).

73.5.8 *Norme di riferimento*

Le tubazioni di protezione dovranno rispettare le seguenti norme:

CEI EN 50086-1 – *Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Prescrizioni generali;*

CEI EN 50086-2-1 – *Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;*

CEI EN 50086-2-2 – *Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori;*

CEI EN 50086-2-3 – *Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori;*

CEI EN 50086-2-4 – *Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati;*

CEI EN 60529 – *Gradi di protezione degli involucri.*

73.6 *Quadri elettrici*

73.6.1 *Generalità*

I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico che costituiscono i nodi della distribuzione elettrica, principale e secondaria, per garantire in sicurezza la gestione dell'impianto stesso, sia durante l'esercizio ordinario, sia nella manutenzione delle sue singole parti.

Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento, comando, protezione e controllo dei circuiti di un determinato locale, zona, reparto, piano, ecc.

In generale, i quadri elettrici vengono realizzati sulla base di uno schema o elenco delle apparecchiature, con indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti, con particolare riferimento alle caratteristiche nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della morsettiera principale.

La costruzione di un quadro elettrico consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e cablaggio delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione, e deve essere sempre fatta seguendo le prescrizioni delle normative specifiche.

Si raccomanda, per quanto è possibile, che i portelli dei quadri elettrici di piano o zona di uno stesso edificio siano apribili con unica chiave.

NORME DI RIFERIMENTO

CEI EN 60439-1;

CEI EN 60439-3;
CE EN 60529;
CEI 23-49;
CEI 23-51;
CEI 64-8.

73.6.2 Tipologie di quadri elettrici

In generale, i quadri elettrici sono identificati per tipologia di utilizzo, e in funzione di questo possono avere caratteristiche diverse che interessano la forma, le dimensioni, il materiale utilizzato per le strutture e gli involucri e i sistemi di accesso alle parti attive e agli organi di comando delle apparecchiature installate.

73.6.2.1 Quadro generale

Il quadro generale è il quadro che deve essere collocato all'inizio dell'impianto elettrico e, precisamente, a valle del punto di consegna dell'energia.

I quadri generali, in particolare quelli con potenze rilevanti, devono essere installati in locali dedicati, accessibili solo al personale autorizzato. Per quelli che gestiscono piccole potenze e per i quali si utilizzano gli involucri (isolante, metallico o composto), è sufficiente assicurarsi che l'accesso alle singole parti attive interne sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti e indiretti, e gli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc. siano accessibili solo con l'apertura di portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.

Nel caso in cui sia necessario proteggere una conduttura dal punto di consegna dell'ente distributore al quadro generale, si dovrà prevedere l'installazione a monte di un quadro realizzato in materiale isolante provvisto di un dispositivo di protezione.

73.6.2.2 Quadri secondari di distribuzione

I quadri secondari di distribuzione sono i quadri installati a valle del quadro generale, quando l'area del complesso in cui si sviluppa l'impianto elettrico è molto vasta, e provvedono ad alimentare i quadri di zona, piano, reparto, centrali tecnologiche, ecc.

Le caratteristiche delle strutture degli involucri di questi quadri sono generalmente simili a quelle descritte per il quadro generale.

73.6.2.3 Quadri di reparto, di zona o di piano

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadri speciali di comando, regolazione e controllo di apparecchiature particolari installate negli ambienti.

Per la realizzazione di questi quadri devono essere utilizzati gli involucri di tipo isolante, metallico o composto. L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti, e l'accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazione, ecc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente, deve essere valutato in funzione delle specifiche esigenze.

73.6.2.4 Quadri locali tecnologici

I quadri locali tecnologici devono essere installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione. Provvedono alla protezione, sezionamento, comando e controllo dei circuiti utilizzatori previsti all'interno delle centrali tecnologiche, compresi eventuali quadri speciali di comando, controllo e regolazione dei macchinari installati al loro interno.

Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali presenti all'interno delle singole centrali.

Negli ambienti in cui è impedito l'accesso alle persone non autorizzate, non è necessario, anche se consigliabile, disporre di portelli con chiusura a chiave per l'accesso ai comandi.

73.6.2.5 Quadri speciali (sale operatorie, centrale di condizionamento, centrale termica, ecc.)

Si definiscono *quadri speciali* quelli previsti in determinati ambienti, atti a contenere apparecchiature di sezionamento, comando, controllo, segnalazione, regolazione di circuiti finalizzati ad un utilizzo particolare e determinato, come ad esempio per l'alimentazione degli apparecchi elettromedicali di una sala operatoria, o per la gestione di apparecchiature necessarie alla produzione, distribuzione e controllo della climatizzazione di un complesso edilizio (riscaldamento e condizionamento).

Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali previste nei singoli ambienti di installazione, ed essere provvisti di portelli con chiusura a chiave se non installati in ambienti accessibili solo a personale addestrato.

73.6.3 Grado di protezione degli involucri

Il grado di protezione (IP 20, IP 40, IP 44, IP 55) degli involucri dei quadri elettrici è da scegliersi in funzione delle condizioni ambientali alle quali il quadro deve essere sottoposto. La classificazione è regolata dalla norma **CEI EN 60529 (CEI 70-1)**, che identifica, nella prima cifra, la protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei e, nella seconda, la protezione contro l'ingresso di liquidi.

I gradi di protezione più comuni sono: IP20; IP 30; IP40; IP44; IP55. In ogni caso, il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

73.6.4 Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione

I cavi e le sbarre in entrata e uscita dal quadro possono attestarsi direttamente sui morsetti degli interruttori. È comunque preferibile, nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all'interno del quadro stesso apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione. Le morsettiere possono essere a elementi componibili o in struttura in monoblocco.

73.6.5 Caratteristiche degli armadi e dei contenitori per quadri elettrici

I quadri elettrici di distribuzione devono essere conformi alle norme **CEI EN 60439-1**, **CEI EN 60439-3** e **CEI 23-51**.

Possono essere costituiti da un contenitore in materiale isolante, metallico o composto.

I quadri devono rispettare le seguenti dimensioni minime:

a) quadri di distribuzione di piano:

- larghezza: cm;
- altezza: cm;
- profondità: cm.

b) quadri per ambienti speciali:

- larghezza: cm;
- altezza: cm;
- profondità: cm.

Il portello deve essere del tipo (non trasparente, trasparente) con apertura (a mezzo chiave). Le eventuali maniglie dovranno essere in materiale isolante.

Sui pannelli frontali dovranno essere riportate tutte le scritte necessarie ad individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc.

I contenitori in lamiera di acciaio devono avere lo spessore non inferiore a 1,2 mm, e devono essere saldati e accuratamente verniciati a forno internamente ed esternamente con smalti a base di resine epossidiche, previo trattamento preventivo antiruggine. Per consentire l'ingresso dei cavi, il contenitore sarà dotato, sui lati inferiore e superiore, di aperture chiuse con coperchio fissato con viti, o di fori pretranciati.

Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra. Il collegamento di quelle mobili o asportabili sarà eseguito con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm², muniti alle estremità di capicorda a compressione ad occhiello.

Le canalette dovranno essere fissate al pannello di fondo mediante viti autofilettanti, o con dado, o con rivetti. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive.

73.6.6 Targhe

Ogni quadro elettrico deve essere munito di un'apposita targa, nella quale sia riportato almeno il nome o il marchio di fabbrica del costruttore e un identificatore (numero o tipo) che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni indispensabili in lingua italiana.

I quadri elettrici impiegati dall'appaltatore i devono avere la marcatura CE.

73.6.7 Identificazioni

Ogni quadro elettrico deve essere munito di un proprio schema elettrico, nel quale sia possibile identificare i singoli circuiti e i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, nonché le caratteristiche previste dalle relative norme.

Ogni apparecchiatura di sezionamento, comando e protezione dei circuiti deve essere munita di targhetta indicatrice del circuito alimentato con la stessa dicitura di quella riportata sugli schemi elettrici.

73.6.8 Predisposizione per ampliamenti futuri

Le dimensioni dei quadri dovranno essere tali da consentire l'installazione di un numero di eventuali apparecchi futuri pari ad almeno il 20% di quelli previsti o installati.

73.7 Casette di derivazione

Le cassette di derivazione devono essere di dimensioni idonee all'impiego, e possono essere in materiale isolante o metallico. La tipologia deve essere idonea ad essere installata a parete o ad incasso (pareti piene o a sandwich o con intercapedine), con caratteristiche che consentano la planarità e il parallelismo.

Tutte le cassette di derivazione da parete, dovranno essere in PVC pesante con grado di protezione di almeno IP 40 (per i modelli a parete), con nervature e fori pre-tranciati per l'inserzione delle tubazioni, completi di coperchi con idoneo fissaggio e ricoprenti abbondantemente il giunto-muratura.

Le dimensioni delle cassette di derivazione da parete sono le seguenti:

- larghezza: cm;
- altezza: cm;
- profondità: cm.

Le dimensioni delle cassette di derivazione da incasso sono le seguenti:

- larghezza: cm;
- altezza: cm;
- profondità: cm.

Le cassette devono essere in grado di potere contenere i morsetti di giunzione e di derivazione previsti dalle norme vigenti. Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati non deve essere superiore al 70% del massimo disponibile.

Le cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere dotate di opportuni separatori.

I coperchi delle cassette devono essere rimossi solo con attrezzo. Sono esclusi i coperchi con chiusura a pressione, per la cui rimozione si debba applicare una forza normalizzata.

NORMA DI RIFERIMENTO

CEI 23-48.

73.8 Giunzioni e morsetti

Le giunzioni e le derivazioni devono essere effettuate solo ed esclusivamente all'interno di quadri elettrici, cassette di derivazione o di canali e passerelle, a mezzo di apposite morsettiere e morsetti.

I morsetti componibili su guida devono rispettare le norme **EN 50022** e **EN 50035**.

I morsetti di derivazione volanti possono essere:

- a vite;
- senza vite;
- a cappuccio;

- a perforazione di isolante.

NORME DI RIFERIMENTO

CEI EN 60947-7-1;
CEI EN 60998-1;
CEI EN 60998-2-2;
CEI EN 60998-2-3;
CEI EN 60998-2-4.

73.9 *Supporto, frutto e placca*

Tutti i supporti portafrutti dovranno essere in resina e presentare caratteristiche meccaniche tali da resistere alle sollecitazioni dell'uso normale. Dovranno permettere il fissaggio rapido dei frutti senza vite e facile rimozione con attrezzo, nonché il fissaggio delle placche a pressione con o senza viti, e consentire eventuali compensazioni con i rivestimenti della parete.

I supporti dovranno prevedere l'alloggiamento da due a più moduli.

I frutti devono possedere le seguenti caratteristiche:

- comando: sistemi luminosi o indicazioni fluorescenti per soddisfare le esigenze del **D.P.R. n. 503/1996** e **D.M. n. 236/1989**) e le norme **CEI 23-9** e **CEI EN 60669-1**;
- interruttori uni e bipolari, deviatori e invertitori, con corrente nominale non inferiore a 10A;
- pulsanti e pulsanti a tirante con corrente nominale non inferiore a 2A (**CEI EN 60669-2-1**) e infrarosso passivo (IR);
- controllo: regolatori di intensità luminosa (**CEI EN 60669-2-1**);
- prese di corrente: 2P+T, 10A – tipo P11; 2P+T, 16A – tipo P17, P17/11, P30 (**CEI 23-16** o **CEI 23-50**);
- protezione contro le sovracorrenti: interruttori automatici magnetotermici con caratteristica C da 6A, 10A, 16A e potere di interruzione non inferiore a 1500A (**CEI EN 60898**);
- segnalazioni ottiche e acustiche: spie luminose, suonerie e ronzatori;
- prese di segnale: per trasmissione dati Rj45, TV terrestre e satellitare(**CEI EN 50083-4**), prese telefoniche (**CEI EN 60603-7**).

Gli apparecchi complementari devono presentare le seguenti caratteristiche:

- comando:
- prese di corrente:
- prese per trasmissione dati:
- allarmi:
- ricezione:
- controllo:
- interruttori differenziali:

73.9.1 *Impianto di terra*

L'impianto di terra deve essere composto dai seguenti elementi:

- dispersori;
- conduttori di terra;
- collettore o nodo principale di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali.

L'impianto di messa a terra deve essere opportunamente coordinato con dispositivi di protezione (nel sistema TT sempre con interruttori differenziali) posti a monte dell'impianto elettrico, atti ad interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto in caso di eccessiva tensione di contatto.

L'impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a valutarne il grado d'efficienza.

73.9.1.1 Impianti a tensione nominale ≤ 1000 V corrente alternata

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la norma **CEI 64-8**, tenendo conto delle raccomandazioni della *Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario (CEI 64-12)*.

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico.

All'impianto devono essere collegate tutte le masse, le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, nonché la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti, il centro stella dei trasformatori, l'impianto contro i fulmini, ecc.).

L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi dei lavori e con le dovute caratteristiche. Infatti, alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione degli elementi di fatto (ferri delle strutture in cemento armato, tubazioni metalliche, ecc.).

73.9.1.2 Impianti a tensione nominale > 1000 V corrente alternata

Per quanto riguarda questi impianti, la norma di riferimento è la **CEI 11-1**.

73.9.1.3 Elementi dell'impianto di terra

73.9.1.3.1 Dispersore

Il dispersore è il componente dell'impianto che serve per disperdere le correnti verso terra, ed è generalmente costituito da elementi metallici quali tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre aventi dimensioni e caratteristiche in riferimento alla norma **CEI 64-8**.

È economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Nel caso di utilizzo di dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione e alla profondità del dispersore da installarsi preferibilmente all'esterno del perimetro dell'edificio.

Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori, e fra il dispersore e il conduttore di terra, devono essere effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena, o con robusti morsetti o manicotti, purché assicurino un contatto equivalente.

Le giunzioni devono essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni particolarmente aggressivi.

73.9.1.3.2 Conduttore di terra

Il conduttore di terra è il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terra, oppure i dispersori tra loro; generalmente, è costituito da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.

I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati come dispersori per la parte interrata, e conduttori di terra per la parte non interrata o isolata dal terreno. Il conduttore di terra deve essere affidabile nel tempo, resistente e adatto all'impiego. Possono essere impiegati corde, piattine o elementi strutturali metallici inamovibili. Le sezioni minime del conduttore di terra sono riassunte nella tabella 83.1.

Tabella 83.1 - Sezioni minime del conduttore di terra

Caratteristiche di posa del conduttore	Sezione minima [mm ²]
Protetto contro la corrosione (ad esempio, con una guaina) ma non meccanicamente	16 (rame) 16 (ferro zincato)
Non protetto contro la corrosione	25 (rame) 50 (ferro zincato)

73.9.1.3.3 Collettore (o nodo) principale di terra

In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, nel locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure), almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

- il conduttore di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- l'eventuale conduttore di messa a terra di un punto del sistema (in genere il neutro);
- le masse dell'impianto MT.

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

73.9.1.3.4 *Conduttori di protezione*

Il conduttore di protezione parte del collettore di terra, collega in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra). Può anche essere collegato direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm². Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella 83.2, tratta dalle norme **CEI 64-8**.

Tabella 83.2 - Sezione minima del conduttore di protezione (CEI 64-8)

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio [mm ²]	Conduttore di protezione appartenente allo stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase [mm ²]	Conduttore di protezione non appartenente allo stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase [mm ²]
minore o uguale a 16 uguale a 35	16	16
maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

73.9.1.3.5 *Conduttori di equipotenziale*

Il conduttore equipotenziale ha lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee, ovvero le parti conduttrici non facenti parte dell'impianto elettrico e suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma **CEI 64-8/5**).

L'appaltatore deve curare il coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione. È opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi d'interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della limitazione delle correnti vaganti, potenziali cause di fenomeni corrosivi. Si raccomanda, infine, la misurazione della resistività del terreno.

73.9.1.3.6 *Pozzetti*

Tutti i pozzetti dovranno essere in PVC e muniti di chiusino in PVC pesante nervato.

73.9.1.4 *Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi*

Si premette che la norma **CEI 64-8**, alla parte 7: ambienti particolari, art. 701 (locali contenenti bagni e docce), classifica l'ambiente bagno in quattro zone di pericolosità in ordine decrescente:

- zona 0;
- zona 1;
- zona 2;
- zona 3.

ZONA 0

È il volume della vasca o del piatto doccia. Entro tale volume non sono ammessi apparecchi elettrici, come scaldacqua a immersione, illuminazioni sommerse o simili.

ZONA 1

È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento. In tale volume sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50 V.

ZONA 2

È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento. Sono ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (classe II).

ZONA 3

È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia). Sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP1) – come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso – quando installati verticalmente, oppure IP5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale. Inoltre, l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:

- bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (BTS). Le parti attive del circuito BTS devono, comunque, essere protette contro i contatti diretti;
- trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;
- interruttore differenziale ad alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di protezione IP4).

Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina o scatole di derivazione. Possono essere installati soltanto pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento.

Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone, e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico. Gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (ad esempio, con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante.

Le regole enunciate per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso, e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

73.9.1.4.1 *Collegamenti equipotenziali nei locali da bagno*

Nelle zone 1, 2 e 3 così come definite al paragrafo precedente, onde evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno, deve mettersi in opera un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.

Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalla norma **CEI 64-8**. In particolare, devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione.

È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.

Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm² (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;

- 4 mm² (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

Il collegamento equipotenziale non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in gres.

73.9.1.4.2 *Altre prescrizioni per i locali da bagno*

Per i locali da bagno devono tenersi distinti i due circuiti di illuminazione e prese.

La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale, purché questo sia del tipo ad alta sensibilità, o a un interruttore differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

Per le condutture elettriche possono essere usati cavi isolati in PVC tipo H07V (ex UR/3) in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento.

Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di protezione) per tutto il tratto che va dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatoletta passa-cordone.

73.9.1.4.3 *Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi*

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per particolari utilizzatori elettrici usati, sia per determinate condizioni ambientali di umidità (si pensi a cantine, garage, portici, giardini, ecc.), le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

73.9.1.5 *Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione*

Una volta realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente: se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;

- coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali: questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

73.10 *Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche*

73.10.1 *Generalità*

Le misure di protezione contro le scariche atmosferiche più idonee devono essere conformi alle prescrizioni della norma **CEI 81-1**. Le norme **CEI 81-1** prevedono quattro livelli di protezione (tabella 83.3).

Tabella 83.3 - Livelli di protezione contro le scariche atmosferiche

Livello di protezione	Efficienza
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

73.10.2 *Composizione dell'impianto*

In generale, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche si compone dei seguenti elementi:

- impianto di protezione contro le fulminazioni dirette (impianto base), costituito dagli elementi normali e naturali atti alla captazione, all'adduzione e alla dispersione nel suolo della corrente del fulmine (organo di captazione, calate, dispersore);
- impianto di protezione contro le fulminazioni indirette (impianto integrativo) costituito da tutti i dispositivi (quali connessioni metalliche e limitatori di tensione) atti a contrastare gli effetti (quali, ad esempio, tensione totale di terra, tensione di passo, tensione di contatto, tensione indotta, sovratensione sulle linee) associati al passaggio della corrente di fulmine nell'impianto di protezione o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

73.10.3 *Captatori*

Il captatore può essere composto dalla combinazione di aste, funi e maglie. Il posizionamento dei captatori secondo il metodo dell'angolo di protezione (indicato per gli edifici di forma regolare) o il metodo della sfera rotolante (indicato per gli edifici di forma complessa), deve essere conforme al punto 2.2.2 della norma **CEI 81-1**, e in particolare dell'appendice B. La protezione delle superfici piane dovrà essere attuata con il metodo della maglia.

Il punto 2.2.3 della norma stabilisce che, ai fini della protezione, possono essere utilizzati come captatori naturali le seguenti parti della struttura, secondo le prescrizioni dell'art. 2.1.3 della citata norma **CEI 81-1**:

- coperture metalliche dei tetti;
- componenti metalliche costruttive di tetti (capriate metalliche, ferri di armatura elettricamente continui, ecc.), al di sotto di una copertura non metallica, purché quest'ultima parte possa essere esclusa dalla struttura da proteggere;
- parti metalliche come gronde, ornamenti, ringhiere, ecc., la cui sezione trasversale non sia inferiore a quella specificata per i captatori normali;
- tubazioni e serbatoi metallici, costruiti in materiale di non meno di 2,5 mm di spessore, purché non si crei una situazione pericolosa o altrimenti inaccettabile qualora essi vengano perforati;
- tubazioni e serbatoi metallici.

Le lastre e le tubazioni metalliche devono possedere lo spessore minimo in funzione del materiale (Fe, Cu, Al) indicato nella tabella 4 della norma CEI 81-1.

73.10.4 *Sistemi di protezione LPS*

I sistemi di protezione contro i fulmini vengono definiti LPS (Lighting Protection of Structures) e si dividono in:

- LPS esterno;
- LPS interno.

LPS ESTERNO

L'impianto interno deve essenzialmente essere costituito da:

- collegamenti equipotenziali di tutti i corpi metallici esterni e interni;
- collegamenti equipotenziali, tramite limitatori di tensione, di tutti gli impianti esterni e interni;
- isolamenti o distanziamenti.

L'impianto esterno è principalmente costituito da captatori ad asta o a maglia. La loro funzione è quella di creare un volume protetto, ovvero una zona che non può essere colpita da fulmini.

I captatori ad asta consistono nel posizionare una o più aste metalliche in uno o più punti, sulla sommità dell'edificio con ridotto sviluppo orizzontale.

I captatori a maglia consistono nel creare una gabbia metallica intorno all'edificio, tramite piattine o tondi in ferro o in rame, per proteggerlo completamente. I percorsi devono essere preferibilmente rettilinei e i cambi di direzione devono avvenire senza spigoli o curve a piccolo raggio.

LPS INTERNO

L'impianto esterno deve essenzialmente essere costituito da:

- organi di captazione (normali o naturali);
- organi di discesa (calate) (normali o naturali);
- dispersore di tipo A o B (normali o naturali);
- collegamenti diretti o tramite SPD agli impianti esterni e interni, e ai corpi metallici esterni e interni.

73.10.5 *Verifiche e dichiarazione di conformità*

Dopo l'ultimazione, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche deve essere verificato per accertare che:

- l'LPS sia conforme al progetto;
- tutti i componenti dell'LPS siano in buone condizioni;
- tutte le strutture aggiunte dopo siano comprese nella struttura protetta con ampliamenti dell'LPS.

L'impianto deve essere soggetto a manutenzione periodica, come disposto dalla norma **CEI 81-1**.

L'appaltatore, al termine dei lavori, dovrà rilasciare la prescritta dichiarazione di conformità dell'impianto secondo le disposizioni del **D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462** – Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.

Secondo l'art.2 del citato decreto la messa in esercizio degli impianti elettrici di messa a terra e dei dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche non può essere effettuata prima della verifica eseguita dall'installatore, che deve rilasciare la dichiarazione di conformità ai sensi della normativa vigente. La dichiarazione di conformità equivale a tutti gli effetti ad omologazione dell'impianto.

Entro 30 giorni dalla messa in esercizio dell'impianto, il datore di lavoro deve inviare la dichiarazione di conformità all'ISPESL e all'ASL o all'ARPA territorialmente competenti.

Il datore di lavoro è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni dell'impianto, secondo le indicazioni del piano di manutenzione dell'opera, nonché a far sottoporre lo stesso a verifica periodica ogni cinque anni, ad esclusione di quelli installati in cantieri, in locali adibiti ad uso medico e negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, per i quali la periodicità è biennale.

Per l'effettuazione della verifica, il datore di lavoro deve rivolgersi all'ASL, all'ARPA o ad eventuali organismi individuati dal Ministero delle Attività Produttive, sulla base di criteri stabiliti dalla normativa tecnica europea UNI CEI.

Il soggetto che ha eseguito la verifica periodica deve rilasciare il relativo verbale al datore di lavoro, che deve conservarlo ed esibirlo a richiesta degli organi di vigilanza.

Le verifiche suddette saranno a totale carico del datore di lavoro.

Le verifiche straordinarie da parte del datore di lavoro dovranno essere, comunque, effettuate nei casi di:

- esito negativo della verifica periodica;
- modifica sostanziale dell'impianto;
- richiesta del datore del lavoro.

Il datore di lavoro ha l'obbligo di comunicare tempestivamente all'ufficio competente per territorio dell'ISPESL e alle ASL o alle ARPA competenti per territorio, la cessazione dell'esercizio, le modifiche sostanziali preponderanti e il trasferimento o spostamento degli impianti.

73.10.6 *Norme di riferimento*

CEI 81-1 – *Protezione di strutture contro i fulmini;*

CEI 81-3 – *Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico;*

CEI 81-4 – *Protezione delle strutture contro i fulmini. Valutazione del rischio dovuto al fulmine;*

CEI 81-5 – *Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC);*

CEI 81-6 – *Protezione delle strutture contro i fulmini. Linee di telecomunicazione;*

CEI 81-7 – *Prescrizioni relative alla resistibilità per le apparecchiature che hanno un terminale per telecomunicazioni;*

CEI 81-8 – *Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione.*

73.11 *Protezione contro i contatti diretti e indiretti*

Le misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti devono rispettare la norma **CEI 64-8**.

La protezione può essere attuata con i seguenti accorgimenti:

- protezione mediante bassissima tensione di sicurezza e di protezione (sistemi SELV e PELV);
- protezione mediante bassissima tensione di protezione funzionale (sistemi FELV);
- protezione totale;

- protezione parziale;
- protezione addizionale;
- protezione con impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente;
- protezione per separazione elettrica;
- protezione per mezzo di locali isolanti;
- protezione per mezzo di locali resi equipotenziali non connessi a terra;
- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria senza propria cabina di trasformazione (sistema TT);
- protezione con interruzione automatica del circuito;
- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria con propria cabina di trasformazione (sistema TN).

73.12 *Protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti e i cortocircuiti*

La protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della norma **CEI 64-8**.

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da cortocircuiti. La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:

- all'inizio della conduttura;
- alla fine della conduttura;
- in un punto qualsiasi della conduttura.

Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e nei luoghi con pericolo d'esplosione, le protezioni contro i sovraccarichi devono essere installate all'inizio della conduttura.

La protezione contro i corto circuiti deve essere sempre prevista all'inizio della conduttura.

Sono ammessi 3 m di distanza dall'origine della conduttura, purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente le due condizioni seguenti (con esclusione degli impianti nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio, o con pericolo di esplosione):

- venga realizzato in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito;
- venga realizzato in modo che, anche in caso di corto circuito, sia ridotto al minimo il pericolo di incendio o di danno per le persone.

È possibile non prevedere la protezione contro i corto circuiti per i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli (per esempio per taluni circuiti di misura e per le condutture che collegano batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri).

In tali casi, bisogna verificare che il pericolo di cortocircuito sia minimo e che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili.

Art. 74. Verifiche dell'impianto elettrico

74.1 *Generalità*

Le verifiche dell'impianto elettrico devono essere eseguite dal direttore dei lavori, secondo le indicazioni del CAPITOLO 51 della norma **CEI 64-8**:

- art. 611: esame a vista;
- art. 612: prove.

In linea, generale le operazioni di verifica di un impianto elettrico possono così articolarsi:

- esame a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

Le verifiche devono essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti e/o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie dell'impianto elettrico.

74.2 *Esame a vista*

L'esame a vista (norma **CEI 64-8**), eseguito con l'impianto fuori tensione, ha lo scopo di accertare la corretta esecuzione dell'impianto prima della prova. L'esame a vista dell'impianto elettrico è condotto sulla base del progetto, e ha lo scopo di verificare che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme vigenti. L'esame può essere eseguito sia durante la realizzazione dell'impianto che alla fine dei lavori.

L'esame a vista dell'impianto elettrico comprende i seguenti controlli, relativi a:

- analisi del progetto;
- verifica qualitativa dei componenti dell'impianto;
- verifica quantitativa dei componenti dell'impianto;
- controllo della sfilabilità dei cavi e delle dimensioni dei tubi e dei condotti;
- verifica dell'idoneità delle connessioni dei conduttori;
- verifica dei tracciati per le condutture incassate;
- verifica dei gradi di protezione degli involucri;
- controllo preliminare dei collegamenti a terra;
- controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici;
- controllo dell'idoneità e della funzionalità dei quadri elettrici;
- controllo dell'idoneità, funzionalità e sicurezza degli impianti ausiliari;
- controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi;
- verifica per gli apparecchi per il comando e l'arresto di emergenza;
- presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando.

74.2.1 *Verifica qualitativa e quantitativa*

La verifica qualitativa e quantitativa dei componenti dell'impianto elettrico ha lo scopo di verificare:

- che la rispondenza qualitativa dei materiali e delle apparecchiature impiegate rispettino le prescrizioni del capitolato speciale d'appalto e i dati di progetto, accertando la consistenza quantitativa e il funzionamento;
- la conformità delle indicazioni riportate negli schemi e nei piani d'installazione, individuando l'ubicazione dei principali componenti, la conformità delle linee di distribuzione agli schemi, la conformità dei punti di utilizzazione ai piani d'installazione, l'univocità d'indicazione tra schemi e segnaletica applicata in loco;
- la compatibilità con l'ambiente, accertando che tutti i componenti elettrici siano stati scelti e collocati tenendo conto delle specifiche caratteristiche dell'ambiente e siano tali da non provocare effetti nocivi sugli altri elementi esistenti nell'ambiente;
- l'accessibilità, che deve essere agevole per tutti i componenti con pannelli di comando, misura e segnalazione manovra, e possibile (eventualmente con facili operazioni di rimozione di ostacoli) per i componenti suscettibili di controlli periodici o di interventi manutentivi (scatole, cassette, pozzetti di giunzione o connessione, ecc.).

L'accertamento della garanzia di conformità è data dal marchio IMQ (marchio italiano di qualità) o da altri marchi equivalenti. In caso contrario, l'impresa deve fornire apposita certificazione.

74.2.2 *Verifica della sfilabilità dei cavi e controllo delle dimensioni dei tubi e dei condotti*

La verifica della sfilabilità dei cavi consiste nell'estrarre un cavo dal tratto di tubo protettivo, incassato o a vista, compreso tra due cassette o scatole successive, e nell'osservare se questa operazione abbia danneggiato il cavo stesso.

L'analisi, in sintesi, deve riguardare:

- la sfilabilità:
 - estrazione di uno o più cavi dai condotti;
 - mantenimento della calibratura interna.
- la dimensione dei tubi: diametro interno maggiore o uguale a 10 mm;
- la rispondenza normativa dei tubi: verifica della rispondenza alle prescrizioni di progetto.

La verifica deve essere effettuata preferibilmente sui tratti di tubo non rettilinei, e deve essere estesa a tratti di tubo per una lunghezza compresa tra l'1% e il 5% della totale lunghezza dei tubi degli impianti utilizzatori presi in esame. In caso di esito non favorevole, fermo restando l'obbligo per l'installatore di modificare gli impianti, la prova dovrà essere ripetuta su di un numero di impianti utilizzatori doppio rispetto al primo campione scelto. Qualora anche la seconda prova fornisca esito sfavorevole, la verifica della sfilabilità dovrà essere ripetuta su tutti gli impianti utilizzatori.

Il controllo deve verificare che i tubi abbiano diametro interno maggiore di 10 mm e che, in generale, sia almeno uguale a 1,3 volte il diametro circoscritto al fascio di cavi contenuti entro i tubi. Per le condutture costituite da canalette, la superficie interna della sezione retta degli

alloggiamenti dei cavi elettrici deve essere almeno uguale al doppio della superficie della sezione retta dei cavi contenuti.

I tubi protettivi flessibili di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare sotto traccia, devono essere conformi alla norma **CEI 23-14 V1**.

I tubi protettivi rigidi e accessori di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare in vista, devono essere conformi alle norme **UNEL 37118/72** e **37117-72**.

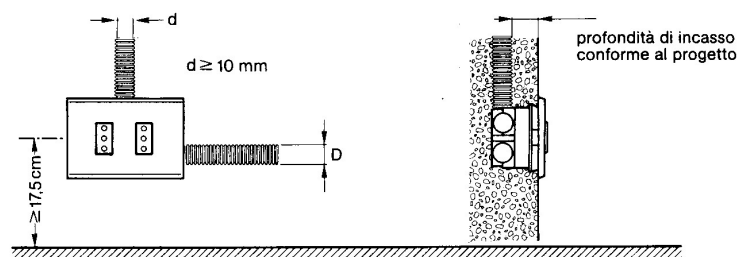
Tabella 84.1 - Dimensioni dei tubi protettivi flessibili e rigidi in PVC

Grandezza	Tubi flessibili in PVC		Tubi rigidi in PVC	
	Diametro esterno D [mm]	Diametro interno min d [mm]	Diametro esterno D [mm]	Diametro interno min d [mm]
16	16	10,7	16	13,0
20	20	14,1	20	16,9
25	25	18,3	25	21,4
32	32	24,3	32	27,8
40	40	31,2	40	35,4
50	50	39,6	50	44,3
63	63	50,6	63	56,5

74.2.3 Verifica dei tracciati per le condutture incassate

La verifica dei tracciati per le condutture incassate deve riguardare:

- tubi incassati sotto intonaco: linearità (orizzontale o verticale) dei percorsi;
- prese a parete: altezza non inferiore a 17,5 dal pavimento.

**Figura 84.1 - Criteri di installazione degli impianti incassati e similari**

74.2.4 Verifica dei gradi di protezione degli involucri (protezioni contro i contatti diretti)

La verifica dei gradi di protezione degli involucri ha lo scopo di verificare che tutti i materiali, gli apparecchi e le macchine installati in ambienti speciali (acqua e/o polvere) abbiano grado di protezione adeguato ai fini della sicurezza, della funzionalità e della durata e/o conforme alle prescrizioni del progetto o del capitolato. Per la verifica si farà riferimento alla norme **CEI-64.8** e **CEI 70-1**. Il grado di protezione è indicato con le lettere IP (*International Protection*) seguite da due cifre indicanti il grado di protezione delle persone contro il contatto con gli elementi in tensione e la penetrazione dannosa dell'acqua (es. IP 55). Quando una delle due cifre è sostituita da una X (es. IP4X o IPX4), significa che il materiale garantisce soltanto un tipo di protezione. Lo 0 indica nessun grado di protezione (ads esempio, IP20 indica l'assenza di protezione dalla penetrazione dell'acqua).

Sono esclusi dall'esame i componenti installati nei locali bagno e doccia e quelli pertinenti ad impianti AD-FT per locali caldaia e simili.

I componenti con grado di protezione inferiore a IP 20 non possono essere installati in ambienti interni ordinari accessibili a personale non addestrato. La norma CEI 70-1 stabilisce, inoltre, che i gradi di protezione superiori soddisfano i requisiti dei gradi protezione inferiori.

Devono essere oggetto di verifica:

- componenti installati in luoghi umidi (che presentano sul pavimento, sulle pareti o sul soffitto tracce di stillicidio da condensa o da infiltrazione d'acqua): grado di protezione \geq IP 21;
- componenti installati in luoghi esposti alle intemperie ma non soggetti a spruzzi di pioggia battente con stravento $> 60^\circ$ dalla verticale: grado di protezione \geq IP 23;
- componenti soggetti a spruzzi, pioggia a stravento, intemperie: grado di protezione \geq IP 34;
- componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti occasionalmente polverosi: grado di protezione \geq IP 55;
- componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti permanentemente polverosi: grado di protezione \geq IP 66;
- componenti installati in ambienti con pericolo d'inondazione occasionale e temporanea o su terreno soggetto a pozzanghere: grado di protezione \geq IP 67;

- materiale installato in altri ambienti speciali con temperatura elevata, vibrazioni, muffe, atmosfere corrosive, ecc.: certificazione d'idoneità rilasciata da enti autorizzati o autocertificazione del costruttore e rispondenza alle indicazioni progettuali.

74.2.5 *Controllo dei collegamenti a terra*

Le verifiche dell'impianto di terra sono descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (**CEI 64-8** e **CEI 11-8**). Per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. n. 547/1955 va effettuata la denuncia degli stessi alle Aziende Unità Sanitarie Locali (ASL) a mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti, e cioè i risultati delle misure della resistenza di terra.

Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- identificazione dei conduttori di terra e di protezione (PE) ed equipotenziali (EQ): ha lo scopo di accertare che l'isolante e i collari siano di colore giallo-verde. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa, nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi che delle giunzioni. Si deve, inoltre, controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;
- misurazione del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro. Si possono ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati ad una distanza dal suo contorno pari a cinque volte la dimensione massima dell'impianto stesso. Quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto, può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione e il dispersore ausiliario;
- collegamenti: bisogna controllare che tutte le masse (compresi gli apparecchi illuminanti), i poli di terra delle prese a spina e tutte le masse estranee presenti nell'area dell'impianto siano collegate al conduttore di protezione;
- continuità: bisogna accertarsi della continuità del conduttore di protezione e dell'assenza di dispositivi di sezionamento o di comando;
- tracciato e sezionabilità: i conduttori di protezione devono, in linea di massima, seguire il tracciato dei conduttori di fase e dipartirsi dalle scatole di derivazione per consentirne il sezionamento in caso di guasti;
- sezione del conduttore protezione-neutro (PEN): il controllo a vista dei componenti del dispersore deve essere effettuato in corso d'opera. In caso contrario, è consigliabile eseguire dei sondaggi.

74.2.6 *Controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici (bagno e doccia)*

Il controllo ha lo scopo di accertare l'idoneità delle misure di sicurezza contro eventuali pericoli da contatti diretti e indiretti nei locali da bagno e doccia, considerati a maggiore rischio elettrico.

Nelle varie zone dei locali igienici possono essere installate le seguenti apparecchiature:

- nella zona 0 è vietata l'installazione di qualsiasi componente elettrico;
- nella zona 1 si possono installare soltanto scaldacqua (con marchio IMQ) e altri utilizzatori fissi alimentati a bassissima tensione di sicurezza, con tensione nominale non superiore a 25 V e grado di protezione non inferiore a IP X4;
- nella zona 2 si possono installare, oltre agli utilizzatori possibili nella zona 1, anche apparecchi illuminanti fissi, di classe II e grado di protezione non inferiore a IP X4. Sono ammesse le sole condutture di alimentazione degli utilizzatori qui ubicati, che devono avere isolamento equivalente alla classe II in tubi non metallici ed essere incassate, salvo l'ultimo tratto in prossimità dell'utilizzatore che deve essere il più breve possibile. Nessuna limitazione è, invece, prevista per le condutture incassate ad una profondità superiore a 5 cm. Nella zona non è ammessa l'installazione di apparecchi di comando, derivazione o protezione (interruttore, prese, scatole di derivazione, ecc.). Gli infissi metallici a contatto con i ferri d'armatura delle strutture in calcestruzzo armato devono essere collegati al conduttore equipotenziale;
- nella zona 3 si può realizzare un impianto ordinario con condutture incassate in tubi non metallici aventi isolamento equivalente alla classe II. I componenti elettrici devono avere grado di protezione minimo IP X1.

Devono essere oggetto di verifica:

- a) collegamenti equipotenziali delle tubazioni.

Accertamenti:

- collegamento al morsetto di terra di:
 - tubazione acqua calda e fredda in ingresso e/o in uscita dal locale;
 - tubazione gas in ingresso e/o in uscita dal locale;
 - tubazione termosifoni in ingresso e/o in uscita dal locale;
 - tubazione metallica di scarico;
 - masse estranee.

b) condutture equipotenziali e mezzi di connessione alle masse estranee.

Accertamenti:

- sezioni $\geq 2,5 \text{ mm}^2$ (4 m^2 se non protette);
- collari e morsetti idonei al buon collegamento;
- ispezionabilità delle connessioni.

c) prese e apparecchi di comando.

Accertamenti:

- ubicazione fuori dalle zone 0-1-2;
- esistenza di interruttore differenziale.

d) apparecchi illuminanti.

Accertamenti:

- di tipo a doppio isolamento con grado di protezione $\geq \text{IP X4}$.

e) altri apparecchi.

Accertamenti:

- grado di protezione: $\geq \text{IP X1}$;
- ubicazione fuori dalle zone 0-1-2.

f) scaldacqua elettrico.

Accertamenti:

- rispondenza a norme CEI con marchio italiano di qualità;
- collegamento breve con cavo munito di guaina se ubicato nella zona 1.

g) condutture:

- scatole di derivazione fuori dalle zone 0-1-2;
- linee in tubo di materiale isolante se incassate a profondità $\leq 5 \text{ cm}$.

74.2.7 Verifica delle condutture, cavi e connessioni

La verifica ha lo scopo di accertare che nell'esecuzione dell'impianto siano state rispettate le prescrizioni minime riguardo a:

- sezioni minime dei conduttori rispetto alle prescrizioni delle norme CEI del presente capitolato speciale d'appalto:

- $1,5 \text{ mm}^2$: cavi unipolari isolati in PVC, posati in tubi o canalette;
- $0,5 \text{ mm}^2$: circuiti di comando, segnalazione e simili, ecc.

- colori distintivi:

- colore giallo-verde per i conduttori di protezione e di collegamento equipotenziali;
- colore blu chiaro per il neutro
- altri colori (marrone, nero, grigio) per i conduttori di fasi diverse.

- idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi utilizzatori.

Devono essere verificate le dimensioni idonee dei morsetti rispetto al conduttore serrato, le scatole di derivazione e le modalità di connessione. Sono vietate le giunzioni fuori scatola o entro i tubi di protezione.

Tabella 84.2 - Caratteristiche fondamentali dei morsetti e sezioni dei conduttori serrabili (norma CEI 23-21)

Grandezza del morsetto	Conduttori serrabili		Massima forza applicabile al conduttore in estrazione [N]
	Rigidi flessibili [mm ²]	Flessibili [mm ²]	
0	-	1	30
1	1,5	1,5	40
2	2,5	2,5	50

3	4	4	50
4	6	6	60
5	10	6	80
6	16	10	90
7	25	16	100
8	35	25	120

La verifica deve riguardare anche il grado di isolamento dei cavi rispetto alla tensione di esercizio. Per le prese di corrente, incassate o sporgenti, deve essere verificato che l'asse geometrico delle spine risulti orizzontale e distante almeno 17,5 cm dal pavimento.

74.2.8 *Verifica dei dispositivi di sezionamento e di comando*

La norma CEI 64-8 distingue quattro fondamentali funzioni dei dispositivi di sezionamento e di comando:

- sezionamento o interruzione per motivi elettrici;
- interruzione per motivi non elettrici;
- comando funzionale;
- comando di emergenza.

La verifica dei dispositivi di sezionamento ha lo scopo di accertare la presenza e la corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando, al fine di consentire di agire in condizioni di sicurezza durante gli interventi di manutenzione elettrica sugli impianti e sulle macchine.

In questa verifica dovranno essere controllati:

- l'interruttore generale, accertando la sua presenza all'inizio di ogni attività di impianto e la sua idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori divisionali, verificando il loro numero e la loro idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori di macchine installati in prossimità delle macchine pericolose per il pubblico e gli operatori (scale mobili, ascensori, nastri trasportatori, macchine utensili, impianti di lavaggio auto, ecc.).

La verifica dei dispositivi di comando per l'arresto di emergenza ha lo scopo di accertare la possibilità di potere agire sull'alimentazione elettrica per eliminare i pericoli dipendenti dal malfunzionamento di apparecchi, macchine o impianti.

In questa verifica devono essere controllati:

- gli interruttori d'emergenza a comando manuale, accertando la loro presenza a portata di mano nei pressi di macchine o apparecchi pericolosi;
- gli apparecchi d'emergenza telecomandati.

Dovranno essere oggetto di verifica:

- interruttori, prese, quadri, scatole di derivazione, apparecchi illuminanti;
- condutture;
- involucri protetti;
- numero dei poli degli interruttori;
- interruttore generale;
- impianto di messa a terra.

74.2.9 *Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e della apposizione dei contrassegni di identificazione*

Bisogna verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL. Inoltre, occorre verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

74.2.10 *Verifica del rispetto delle prescrizioni del D.M. n. 236/1989, in merito alla collocazione ottimale dei terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione*

Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, i regolatori degli impianti di riscaldamento e condizionamento, nonché i campanelli, i pulsanti di comando e i citofoni, devono essere – per tipo e posizione planimetrica e altimetrica – tali da permettere un uso agevole anche da parte della persona su sedia a ruote. Devono, inoltre, essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, mediante l'impiego di piastre o pulsanti fluorescenti, ed essere protetti dal danneggiamento per urto.

Gli interruttori, inoltre, devono essere azionabili con leggere pressioni e preferibilmente a tasto largo rispetto a quelli normali, per facilitare i portatori di handicap e i soggetti anziani.

Le indicazioni contenute nel D.M. n. 236/1989, richiamato dal D.M. n. 503/1996, consigliano che i terminali degli impianti elettrici e telefonici siano collocati ad un'altezza compresa tra 40 e 140 cm dal pavimento (si veda la tabella 84.3).

Tabella 84.3 - Altezze previste e altezze consigliate per i terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione

Elemento	Altezze previste dal D.M. n. 236/1989	Altezza consigliata
interruttori	tra 60 cm e 140 cm	tra 75 cm e 140 cm
campanello e pulsante di comando	tra 40 e 140 cm	tra 60 cm e 140 cm
pulsanti bottoniere ascensori	tra 110 e 140 cm	pulsante più alto: 120 cm
prese luce	tra 45 cm e 115 cm	tra 60 cm e 110 cm
citofono	tra 110 cm e 130 cm	120 cm
telefono	tra 100 cm e 140 cm	120 cm

I terminali degli impianti elettrici, in tutti gli ambienti, devono essere collocati in una posizione facilmente percettibile visivamente e acusticamente.

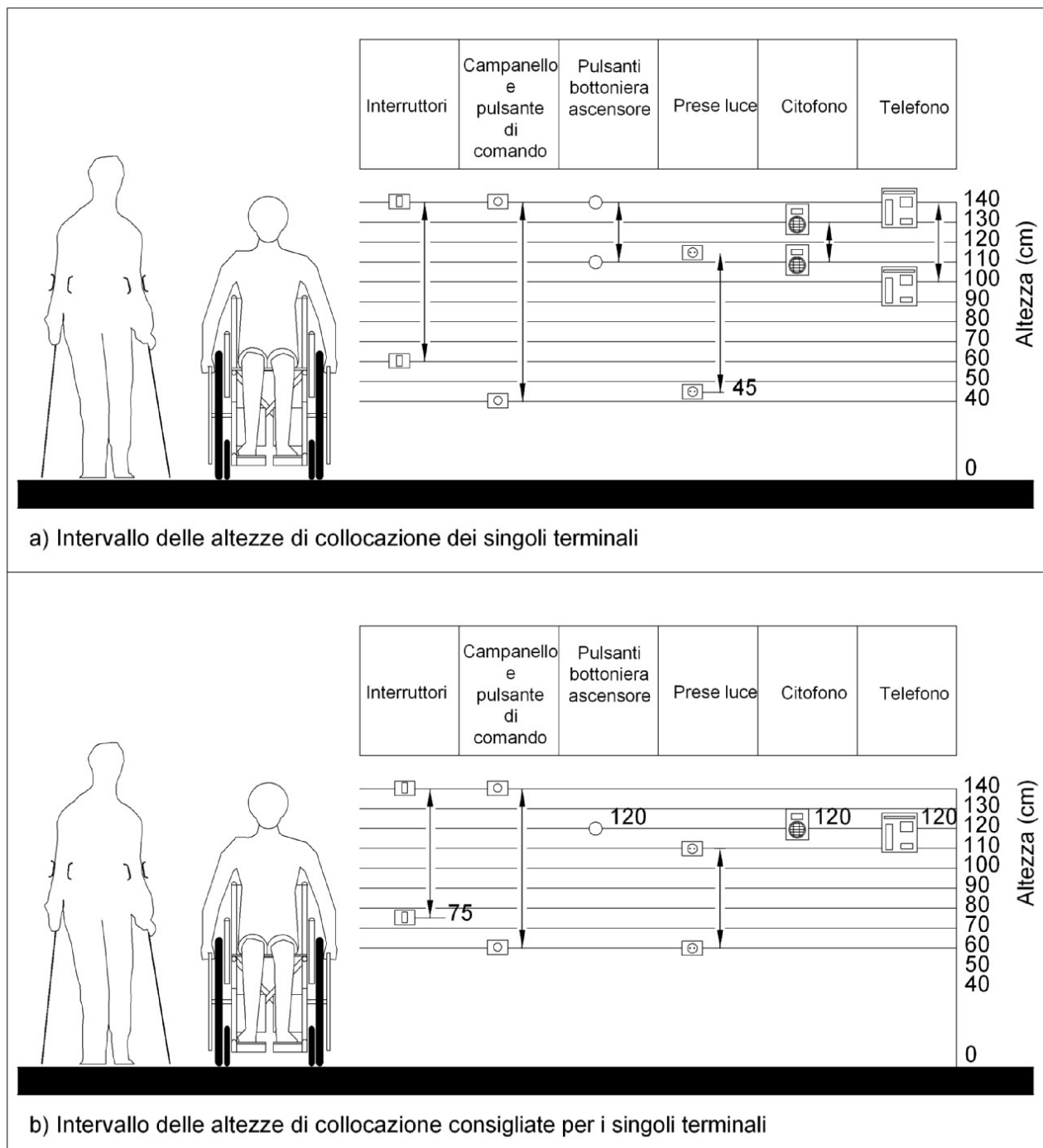


Figura 84.2 - Altezze consigliate per i terminali degli impianti elettrici e telefonici

74.3 Prove di verifica e controlli

Le prove consistono nell'effettuazione di misure o di altre operazioni finalizzate a verificare l'efficienza dell'impianto elettrico. La misura deve essere accertata mediante idonea strumentazione.

I controlli possono riguardare:

- la prova della continuità dei conduttori di protezione, compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- la misura della resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- la misura della resistenza di isolamento dei pavimenti e delle pareti;
- la verifica della separazione dei circuiti;
- la verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;

- la prova di polarità;
- la prova di tensione applicata;
- le prove di funzionamento alla tensione nominale;
- la verifica della protezione contro gli effetti termici;
- la verifica della caduta di tensione.

74.3.1 *Prova della continuità dei conduttori di protezione*

La prova della continuità dei conduttori di protezione (norma **CEI 64-8, art. 612.2**) consiste nell'accertare la continuità dei conduttori di protezione (PE), del neutro con funzione anche di conduttore di protezione (PEN), dei collegamenti equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS) e dei conduttori terra (CT).

74.3.2 *Prova di funzionamento alla tensione nominale*

La prova di funzionamento alla tensione nominale (norma **CEI 64-8, art. 612.9**) ha lo scopo di verificare che le apparecchiature, i motori con i relativi ausiliari, i comandi e i blocchi, funzionino regolarmente, senza difficoltà né anomalie, sia in fase di spunto che in fase di funzionamento gravoso.

Devono essere sottoposti a misure di tensione in ingresso tutti i quadri generali, i quadri principali, i quadri di zona e di reparto, tutte le macchine con potenza superiore a 10 kVA e gli impianti di illuminazione con lampada scarica sia a catodo caldo che a catodo freddo.

74.3.3 *Prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva*

La prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva (norma **CEI 64-8, art. 612.9**) ha lo scopo di accertare che i generatori e gli automatismi destinati a garantire l'alimentazione di apparecchi o parti d'impianto destinati alla sicurezza o alla riserva entrino tempestivamente in funzione, fornendo valore di tensione, frequenza e forma d'onda conformi alle previsioni di progetto.

La prova è di carattere preliminare e ha lo scopo di verificare la correttezza dell'installazione dei collegamenti.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- alimentatori non automatici, verificando i valori di tensione e forma d'onda secondo le previsioni di progetto;
- alimentatori automatici di continuità, verificando i valori di tensione di frequenza e forma d'onda progettuali anche nel periodo transitorio e di commutazione fra rete e alimentazione di sicurezza;
- alimentatori ad interruzione breve, verificando il raggiungimento dei valori nominali di tensione di frequenza e forma d'onda nei limiti e nei tempi stabiliti dal progetto o da specifiche norme tecniche;
- alimentatori ad interruzione lunga, verificando i valori di tensione, di frequenza e forma d'onda conformi al progetto, assunti entro 15 secondi dall'alimentazione di rete.

La prova deve essere estesa a tutti i dispositivi di sicurezza e di riserva di sicurezza la cui messa in servizio deve essere provocata automaticamente per mancanza di tensione di rete escludendo i casi in cui occorre procedere a commutazione manuale.

74.3.4 *Prova d'intervento degli interruttori differenziali*

La prova d'intervento degli interruttori differenziali (norma **CEI 64-8, art. 612.6.1 e 612.9**) ha lo scopo di accertare il corretto funzionamento degli impianti protetti da interruttori automatici differenziali con l'impianto completo dei principali utilizzatori fissi.

La prova deve essere effettuata provando nel punto campionato una corrente controllata di dispersione pari a $0,5 I_{\Delta n}$, e il differenziale non deve intervenire. Aumentando la corrente di dispersione fino a $1,1 I_{\Delta n}$, invece, il differenziale deve intervenire.

74.3.5 *Misura della resistenza d'isolamento dell'impianto*

La misura della resistenza d'isolamento dell'impianto (norma **CEI 64-8, art. 612.3**) ha lo scopo di accertare che la resistenza d'isolamento di ciascun tronco di circuito compresa fra due interruttori sia adeguata ai valori prescritti dalle norme CEI.

La resistenza deve essere misurata ad impianto sezionato tra ogni coppia di conduttori attivi, e tra ogni conduttore attivo e la terra.

Gli utilizzatori fissi devono essere sezionati o scollegati. Nei sistemi TN-C il conduttore PEN va considerato come facente parte dell'impianto di terra. Se l'impianto comprende dispositivi elettronici, si esegue solo la misura d'isolamento tra i conduttori attivi collegati insieme e la terra.

74.3.6 *Misura della resistenza del dispersore*

Per quanto riguarda il dispersore di piccola e media estensione nei sistemi TT, la misura del valore della sua resistenza di terra (norma **CEI 64-8, art. 612.6.2**) ha lo scopo di accertare che esso sia adeguato alle esigenze d'interruzione delle correnti di guasto a terra.

In particolare, l'analisi deve riguardare:

- il dispersore principale scollegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che $R_T \leq 50/I_a$;
- il dispersore principale collegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che $R_T \leq 50/I_a$;

La resistenza del dispersore può essere misurata con strumenti che utilizzano il metodo voltamperometrico diretto o indiretto, con tensione di alimentazione a vuoto di 125÷220 V, elettricamente separata dalla rete con neutro a terra.

Per ciò che concerne, invece, il dispersore di grandi dimensioni, la sua resistenza può essere misurata con il metodo del dispersore ausiliario.

74.3.7 *Misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto*

La misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto (norma **CEI 64-8, art. 612.6.3**) ha lo scopo di accertare che il valore dell'impedenza dell'anello di guasto sia adeguata alle esigenze d'interruzione della corrente di guasto a terra.

74.3.8 *Misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro*

La misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro e valutazione (per eccesso) della corrente presunta di corto circuito (norma **CEI 64-8**) ha lo scopo di accertare che il potere d'interruzione degli apparecchi destinati alla protezione contro il corto circuito non sia sufficiente.

La resistenza di corto circuito va misurata all'ingresso dei quadri, a monte dell'interruttore generale tra fase e neutro con il metodo a prelievo controllato di corrente.

74.3.9 *Misura della caduta di tensione*

La misura della caduta di tensione ($\square V$), allo studio della norma **CEI-64-8, art. 612.11**, ha lo scopo di accertare che le cadute di tensione con l'impianto percorso dalle correnti d'impiego siano contenute entro il 4%, qualora non sia stato diversamente specificato nel presente capitolato speciale d'appalto.

Le misure vengono effettuate con voltmetri elettrodinamici o elettronici aventi classe di precisione non inferiore a 1, quando l'impianto è regolarmente in funzione in orario di punta oppure con simulazione di carico equivalente alle condizioni nominali. Tutte le tensioni devono essere misurate contemporaneamente.

74.3.10 *Misura dei segnali in uscita alle prese TV*

La misura dei segnali in uscita alle prese TV, ha lo scopo di accertare che i segnali disponibili siano contenuti entro i limiti e minimi e massimi stabiliti dalle norme CEI.

In particolare, l'analisi deve riguardare:

- prese TV vicine all'amplificatore;
- prese TV lontane dall'amplificatore;
- prese TV adiacenti agli impianti centralizzati.

L'accertamento deve effettuarsi su tutte le bande di frequenza distribuite nei periodi di trasmissione del monoscopio, in modo da controllare non solamente la presenza del colore e la quantità del segnale, ma anche l'eventuale presenza di riflessioni o distorsioni dell'immagine.

74.4 *Calcoli di controllo*

74.4.1 *Controllo del coefficiente di stipamento*

Il controllo del coefficiente di stipamento ha lo scopo di verificare la corretta posa in opera dei cavi, valutando se i parametri rispettano le prescrizioni della norma **CEI 64-8**.

L'analisi dovrà riguardare:

- condutture entro tubi incassati sotto intonaco: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condutture entro tubi a vista: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condotti circolari: il diametro interno del condotto deve essere almeno 1,8 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 15 mm;
- condutture in canalette, canali e passarelle a sezione non circolare: la superficie interna delle canalette e dei canali deve essere almeno il doppio della superficie retta occupata dal fascio di cavi.

I dati di calcolo vanno desunti dalle caratteristiche dimensionali nominali dei tubi e dei cavi elettrici. Il cerchio e la sezione retta circoscritti ai fasci di cavi contenuti possono essere valutati sperimentalmente.

74.4.2 *Controllo del coordinamento fra correnti d'impiego e portate dei conduttori*

Il controllo ha lo scopo di verificare il corretto dimensionamento dei conduttori in relazione alle correnti d'impiego alle portate dei conduttori, e i dispositivi di protezione contro i sovraccarichi installati.

L'analisi dovrà riguardare:

- i circuiti terminali di allacciamento di un solo utilizzatore;
- i circuiti dorsali o principali;
- le portate dei conduttori;
- la protezione dei conduttori dal sovraccarico nei casi previsti dalla norma **CEI 64-8**.

74.4.3 *Controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi*

Il controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi ha lo scopo di verificare che gli apparecchi installati siano idonei a funzionare e a sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche che si verificano nel loro punto d'installazione durante un corto circuito.

Art. 75. Impianti di illuminazione. Verifiche illuminotecniche

75.1 *Generalità*

Le operazioni delle verifiche dell'impianto illuminotecnico sono simili a quelle di un impianto elettrico, e comprendono:

- esami a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

75.2 *Esami a vista*

L'esame a vista è condotto dal direttore dei lavori sulla base della documentazione di progetto. Dovrà essere verificata la rispondenza degli apparecchi di illuminazione installati, completi di tutti gli accessori, siano rispondenti alle prescrizioni progettuali, e in particolare del capitolato speciale d'appalto.

75.3 *Impianti di illuminazione interna*

Gli impianti di illuminazione interna devono essere verificati eseguendo misure dirette alla determinazione:

- dell'illuminamento medio e dell'uniformità;
- della luminanza nel campo visivo;
- dell'abbagliamento prodotto dall'impianto,

- del contrasto del testo stampato con inchiostro nero su carta bianca.

75.3.1 Misura dell'illuminamento medio e dell'uniformità

75.3.1.1 Misura dell'illuminamento medio

La misura dell'illuminamento medio ha lo scopo di accertare che i livelli e l'uniformità di illuminamento siano conformi alle prescrizioni contrattuali.

In particolare, l'analisi deve riguardare:

- impianti di illuminazione generale:
 - illuminamento massimo in lux \geq dati di progetto;
 - lux max/lux min \leq dati di progetto.
- impianti di illuminazione concentrata:
 - illuminamento medio sul piano interessato \geq dati di progetto;
- impianti di illuminazioni esterna:
 - illuminamento minimo nell'area illuminata lux \geq dati di progetto;
 - lux max/lux min \leq 4 (se il progetto non prevede condizioni più gravose).

La misura dell'illuminamento artificiale deve essere eseguita in assenza totale di luce naturale. Durante il giorno è, perciò, essenziale oscurare gli infissi con elementi in vetro.

L'illuminamento deve essere misurato mediante un reticolo, costruito in funzione dell'indice del locale, ed eseguendo la misura al centro di ogni maglia.

La misurazione deve essere eseguita mediante un luxmetro, con precisione non inferiore a 5%, posto in posizione orizzontale a 85-90 cm dal pavimento per attività da svolgere in piedi e all'altezza del compito visivo nel posto di lavoro, solitamente 75 cm. La cellula deve essere disposta perpendicolarmente alla direzione del flusso luminoso e la lettura deve essere effettuata a cellula ferma.

Tabella 85.1 - Valori di illuminamento raccomandati

Compito visivo	Ambiente	Illuminamento [lux]
Visione generale	Scale, corridoi	70-100
Lavori manuali grossolani	Magazzini	100-200
Lettura, scrittura	Uffici	200-400
Studio e lavori impegnativi	Scuole	300-500
Disegno e lavori di precisione	Uffici tecnici, laboratori	oltre 500

75.3.2 Misura di luminanza nel campo visivo

La luminanza deve essere misurata con il luminanzometro fissato su supporto orientabile e regolabile in altezza sulle superfici. L'angolo di apertura dello strumento è solitamente $\leq 1^\circ$. Lo strumento deve puntato nella direzione di osservazione dell'utente durante l'attività lavorativa, eseguendo le misure:

- del compito visivo;
- dello sfondo che contiene il compito visivo;
- delle zone periferiche circostanti il compito visivo;
- delle zone verticali più lontane poste di fronte all'osservatore.

75.3.3 Abbagliamento

Il grado di abbagliamento (o indice di abbagliamento) è un parametro di tipo convenzionale per la valutazione dell'effetto provocato all'osservatore.

L'abbagliamento può essere valutato mediante appositi diagrammi relativi ad ogni apparecchio, che forniscono la luminanza limite di abbagliamento al variare dell'angolo visivo da 45° a 85° , riferito ad ogni classe di qualità in corrispondenza al livello di illuminamento previsto. Il controllo dell'abbagliamento deve essere eseguito sulla base della relazione geometrica tra l'apparecchio e l'osservatore rivolto verso lo stesso.

Tabella 85.2 - Classi di qualità per la limitazione dell'abbagliamento

Tipo di compito o attività	Grado di abbagliamento	Classe di qualità
Compiti visivi molto difficoltosi	1,15	A
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive elevate	1,5	B

Compiti visivi che richiedono prestazioni visive normali	1,85	C
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive modeste	2,2	D
Interni dove le persone non sono confinate in una posizione di lavoro precisa, ma si spostano da un posto all'altro esplicando compiti che richiedono prestazioni visive modeste	2,5	E

Fonte: Cataliotti V., Morana G., *Impianti elettrici di illuminazione*, Dario Flaccovio, Palermo, 1998.

75.3.4 Misura del contrasto

Un importante fattore da controllare, in fase di verifica dell'impianto, è la resa del contrasto che può definirsi la valutazione dell'aspetto di due zone del campo visive viste simultaneamente.

Tabella 85.3 - Classi di qualità per la resa del contrasto

Classi di qualità per la resa del contrasto	CRF.R	Aree di applicazione per lettura e scrittura
I	$\geq 1,00$	Interni ove si usano prevalentemente materiali lucidi (per esempio, sale per composizione tipografica)
II	$\geq 0,85$	Materiali lucidi usati saltuariamente (per esempio, uffici e scuole normali)
III	$\geq 0,70$	Interni dove i materiali sono normalmente diffondenti (per esempi, scuole e certi tipi di uffici)

Fonte: CIE Publication, n. 29.2, 1986.

75.4 Impianti di illuminazione esterna

La verifica degli impianti di illuminazione esterna è basato su misure relative alla determinazione dell'illuminamento medio e dell'abbagliamento prodotto sulla carreggiata stradale.

Per la misura della luminanza sulla carreggiata, secondo le raccomandazioni CIE, deve essere eseguito ai nodi un reticolo avente le seguenti caratteristiche:

- senso longitudinale: maglia con lato non superiore ad un 1/3 dell'interdistanza tra i centri luminosi;
- senso trasversale: minimo due punti per ogni corsia di marcia.

La misura della luminanza è eseguita con un luminanzometro posto ad un'altezza di 150 cm dalla carreggiata e con inclinazione di 1° al di sotto dell'orizzontale. L'illuminamento è misurato con un luxmetro, in questo caso dotato di cupola diffondente.

75.4.1 Misura dell'abbagliamento

La misura dell'abbagliamento consiste nella misura della luminanza velante dovuta ai proiettori (L_{vi}) e della luminanza velante dovuta alla luce (L_{va}). I valori degli indici vanno raccolti in tabelle.

La misura di L_{vi} può essere eseguita mediante:

- l'illuminamento E prodotto da tutte le sorgenti di luce misurato all'altezza dell'occhio in un piano perpendicolare alla direzione di osservazione considerata;
- la misura degli angoli compresi fra la direzione di osservazione e le direzioni di provenienza della luce emessa da tutti gli apparecchi illuminanti.

Le misurazioni devono essere eseguite a 150 cm dal suolo. La misura dei proiettori installati su un sostegno va effettuata schermato l'apparecchio luminoso da tutte le radiazioni luminose non appartenenti al sostegno in oggetto. In caso di proiettori disposti su file continue, si dividerà ogni fila in segmenti che sottendono angoli superiori a 5°, e per ciascuno di essi dovrà considerarsi una misura rivolta verso il suo centro. Durante le misure devono essere schermate le radiazioni luminose provenienti dai proiettori limitrofi.

75.4.2 Misura del colore della luce

La misura del colore della luce incidente l'area di gioco viene effettuata posizionando un colorimetro nei centri dei quattro quadranti in cui può suddividersi l'area di gioco, ad un'altezza di 150 cm dal suolo.

Art. 76. Ascensori e piattaforme elevatrici

76.1 Generalità

I requisiti essenziali di sicurezza e di salute relativi alla progettazione e alla costruzione degli ascensori e dei componenti di sicurezza sono disciplinati dal **D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162** recante il regolamento contenente norme per l'attuazione della **direttiva 95/16/CE** sugli ascensori, e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio.

76.2 Considerazioni generali e osservazioni preliminari

76.2.1 Considerazioni generali

Applicazione della **direttiva 89/392/CEE**, modificata dalle **direttive 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE**.

Allorquando il rischio corrispondente sussiste, e non è trattato nell'allegato I del **D.P.R. 162/1999**, si applicano i requisiti essenziali di salute e di sicurezza di cui all'allegato I della **direttiva 89/392/CEE**. In ogni caso, si applica il requisito essenziale di cui al punto 1.1.2 dell'allegato I della **direttiva 89/392/CEE**.

76.2.2 Osservazioni preliminari

Gli obblighi previsti dai requisiti essenziali di sicurezza e di salute si applicano soltanto se sussiste il rischio corrispondente per l'ascensore o per il componente di sicurezza in questione allorché viene utilizzato alle condizioni previste dall'installatore dell'ascensore o dal fabbricante del componente di sicurezza.

I requisiti essenziali di sicurezza e di salute elencati nella direttiva sono inderogabili. Tuttavia, tenuto conto dello stato della tecnica, gli obiettivi da essi prefissi possono non essere raggiunti. In questo caso e nella misura del possibile l'ascensore o il componente di sicurezza deve essere costruito per tendere verso tali obiettivi.

Il fabbricante del componente di sicurezza e l'installatore dell'ascensore hanno l'obbligo di effettuare un'analisi dei rischi per individuare tutti quelli che concernono il loro prodotto. Devono, inoltre, costruirlo tenendo presente tale analisi.

76.3 Aspetti specifici

76.3.1 Cabina

La cabina deve essere costruita in modo da offrire lo spazio e la resistenza corrispondenti al numero massimo di persone e al carico nominale dell'ascensore fissati dall'installatore.

Se l'ascensore è destinato al trasporto di persone e le dimensioni lo permettono, la cabina deve essere costruita in modo da non ostacolare o impedire tramite le sue caratteristiche strutturali l'accesso e l'uso da parte dei disabili, e in modo da permettere tutti gli adeguamenti appropriati destinati a facilitarne l'utilizzazione.

76.3.2 Elementi di sospensione e elementi di sostegno

Gli elementi di sospensione e/o sostegno della cabina, compresi i collegamenti e gli attacchi terminali, devono essere studiati in modo da garantire un adeguato livello di sicurezza totale e ridurre al minimo il rischio di caduta della cabina, tenendo conto delle condizioni di utilizzazione, dei materiali impiegati e delle condizioni di fabbricazione.

Qualora per la sospensione della cabina si utilizzino funi o catene, devono esserci almeno due funi o catene indipendenti l'una dall'altra, ciascuna con un proprio sistema di attacco. Tali funi o catene non devono comportare né raccordi, né impiombature, eccetto quelli necessari al loro fissaggio o al loro allacciamento.

76.3.3 Controllo delle sollecitazioni (compresa la velocità eccessiva)

Gli ascensori devono rendere senza effetto l'ordine di comando dei movimenti, qualora il carico superi il valore nominale.

Gli ascensori devono essere dotati di un dispositivo limitatore di velocità eccessiva. Detti requisiti non si applicano agli ascensori che, per la progettazione del sistema di azionamento, non possono raggiungere una velocità eccessiva.

Gli ascensori a velocità elevata devono essere dotati di un dispositivo di controllo e di regolazione della velocità.

Gli ascensori con puleggia di frizione devono essere progettati in modo che sia assicurata la stabilità delle funi di trazione sulla puleggia.

76.3.4 Motore

Ciascun ascensore destinato al trasporto di persone deve avere un proprio macchinario. Questo requisito non concerne gli ascensori in cui i contrappesi siano sostituiti da una seconda cabina.

L'installatore dell'ascensore deve prevedere che il macchinario e i dispositivi associati di un ascensore non siano accessibili tranne che per la manutenzione e per i casi di emergenza.

76.3.5 Comandi

I comandi degli ascensori destinati al trasporto dei disabili non accompagnati devono essere opportunamente progettati e disposti.

La funzione dei comandi deve essere chiaramente indicata.

I circuiti di azionamento di una batteria di ascensori possono essere destinati o interconnessi.

Il materiale elettrico deve essere installato e collegato in modo che:

- sia impossibile fare confusione con circuiti non appartenenti all'ascensore;
- l'alimentazione di energia possa essere commutata sotto carico;
- i movimenti dell'ascensore dipendano da meccanismi di sicurezza collocati in un circuito di comando a sicurezza intrinseca;
- un guasto all'impianto elettrico non provochi una situazione pericolosa.

76.3.6 Rischi per le persone al di fuori della cabina

L'ascensore deve essere progettato e costruito in modo che l'accesso al volume percorso dalla cabina sia impedito, tranne che per la manutenzione e i casi di emergenza. Prima che una persona si trovi in tale volume, l'utilizzo normale dell'ascensore deve essere reso impossibile.

L'ascensore deve essere costruito in modo da impedire il rischio di schiacciamento quando la cabina venga a trovarsi in una posizione estrema. Tale obiettivo si raggiunge mediante uno spazio libero o un volume di rifugio oltre le posizioni estreme.

Gli accessi di piano per l'entrata e l'uscita della cabina devono essere muniti di porte di piano aventi una resistenza meccanica sufficiente in funzione delle condizioni di uso previste.

Nel funzionamento normale, un dispositivo di interbloccaggio deve rendere impossibile:

- un movimento della cabina comandato deliberatamente se non sono chiuse e bloccate tutte le porte di piano;
- l'apertura di una porta di piano se la cabina non si è fermata ed è al di fuori della zona di piano prevista a tal fine.

Tuttavia, tutti i movimenti di ripristino del livello al piano con porte aperte sono ammessi nelle zone definite, a condizione che la velocità di tale ripristino sia controllata.

76.3.7 Rischi per le persone nella cabina

Le cabine degli ascensori devono essere completamente chiuse da pareti cieche, compresi pavimenti e soffitti (ad eccezione di aperture di ventilazione), e dotate di porte cieche. Le porte delle cabine devono essere progettate e installate in modo che la cabina non possa effettuare alcun movimento, tranne quelli di ripristino del livello se le porte non sono chiuse, e si fermi in caso di apertura delle porte.

Le porte delle cabine devono rimanere chiuse e bloccate in caso di arresto tra due livelli se esiste un rischio di caduta tra la cabina e le difese del vano o in mancanza di difese del vano.

In caso di guasto dell'alimentazione di energia o dei componenti, l'ascensore deve essere dotato di dispositivi destinati ad impedire la caduta libera della cabina o movimenti ascendenti incontrollati di essa.

Il dispositivo che impedisce la caduta libera della cabina deve essere indipendente dagli elementi di sospensione della cabina.

Tale dispositivo deve essere in grado di arrestare la cabina con il suo carico nominale e alla velocità massima prevista dall'installatore dell'ascensore. L'arresto dovuto all'azione di detto dispositivo non deve provocare una decelerazione pericolosa per gli occupanti, in tutte le condizioni di carico.

Devono essere installati ammortizzatori tra il fondo del vano di corsa e il pavimento della cabina. In questo caso, lo spazio libero deve essere misurato con gli ammortizzatori completamente compressi. Detto requisito non si applica agli ascensori la cui cabina, per la progettazione del sistema di azionamento, non può invadere lo spazio libero.

Gli ascensori devono essere costruiti in modo da poter essere messi in movimento soltanto se il dispositivo è in posizione operativa.

76.3.8 Altri rischi

Quando sono motorizzate, le porte di piano, le porte delle cabine, o l'insieme di esse, devono essere munite di un dispositivo che eviti i rischi di schiacciamento durante il loro movimento.

Quando devono contribuire alla protezione dell'edificio contro l'incendio, le porte di piano, incluse quelle che comprendono parti vetrate, devono presentare un'adeguata resistenza al fuoco, caratterizzata dalla loro integrità e dalle loro proprietà relative all'isolamento (non propagazione della fiamma) e alla trasmissione di calore (irraggiamento termico).

Gli eventuali contrappesi devono essere installati in modo da evitare qualsiasi rischio di collisione con la cabina o di caduta sulla stessa.

Gli ascensori devono essere dotati di mezzi che consentano di liberare e di evacuare le persone imprigionate nella cabina.

Le cabine devono essere munite di mezzi di comunicazione bidirezionali che consentano di ottenere un collegamento permanente con un servizio di pronto intervento.

Gli ascensori devono essere progettati e costruiti in modo che, se la temperatura nel locale del macchinario supera quella massima prevista dall'installatore dell'ascensore, essi possano terminare i movimenti in corso e non accettino nuovi ordini di manovra.

Le cabine devono essere progettate e costruite in modo da assicurare un'aerazione sufficiente ai passeggeri, anche in caso di arresto prolungato.

Nella cabina vi deve essere un'illuminazione sufficiente durante l'uso o quando una porta è aperta. Inoltre, deve esistere un'illuminazione di emergenza.

I mezzi di comunicazione e l'illuminazione di emergenza devono essere costruiti per poter funzionare anche in caso di mancanza di energia normale di alimentazione. Il loro tempo di funzionamento deve essere sufficiente per consentire il normale svolgimento delle operazioni di soccorso.

Il circuito di comando degli ascensori utilizzabili in caso di incendio deve essere progettato e costruito in modo che si possa evitarne l'arresto ad alcuni piani e consentire il controllo preferenziale dell'ascensore da parte delle squadre di soccorso.

76.3.9 Marcatura

Oltre alle indicazioni minime prescritte per qualsiasi macchina conformemente al punto 1.7.3 dell'allegato I della direttiva 89/392/CEE, ogni cabina deve essere dotata di una targa ben visibile, nella quale siano chiaramente indicati il carico nominale di esercizio in chilogrammi e il numero massimo di persone che possono prendervi posto, nonché il numero di matricola.

Se l'ascensore è progettato in modo tale che le persone imprigionate nella cabina possano liberarsi senza ricorrere ad aiuto esterno, le istruzioni relative devono essere chiare e visibili nella cabina.

76.3.10 Istruzioni per l'uso

I componenti di sicurezza di cui all'allegato IV del citato **D.P.R. n. 162/1999**, devono essere corredati di un libretto d'istruzioni redatto in lingua italiana o in un'altra lingua comunitaria accettata dall'installatore, di modo che il montaggio, i collegamenti, la regolazione e la manutenzione, possano essere effettuati correttamente e senza rischi.

Detta documentazione deve comprendere almeno:

- un libretto d'istruzioni contenente i disegni e gli schemi necessari all'utilizzazione normale, nonché alla manutenzione, all'ispezione, alla riparazione, alle verifiche periodiche e alla manovra di soccorso;
- un registro sul quale si possono annotare le riparazioni e, se del caso, le verifiche periodiche.

76.3.11 *Marcatura CE di conformità*

Il D.P.R. n. 162/1999, all'art. 7 ha introdotto la marcatura CE di conformità, costituita dalle iniziali CE, secondo il modello grafico di cui all'allegato III dello stesso decreto.

La marcatura CE deve essere apposta in ogni cabina di ascensore in modo chiaro e visibile, conformemente al punto 5 dell'allegato I della direttiva 89/392/CEE, e deve, altresì, essere apposta su ciascun componente di sicurezza elencato nell'allegato IV sempre del D.P.R. n. 162/1999 o, se ciò non è possibile, su un'etichetta fissata al componente di sicurezza.

È vietato apporre sugli ascensori o sui componenti di sicurezza marcature che possano indurre in errore i terzi circa il significato e il simbolo grafico della marcatura CE. Sugli ascensori o sui componenti di sicurezza può essere apposto ogni altro marchio, purché questo non limiti la visibilità e la leggibilità della marcatura CE.

Quando sia accertata una apposizione irregolare di marcatura CE, l'installatore dell'ascensore, il fabbricante del componente di sicurezza o il mandatario di quest'ultimo stabilito nel territorio dell'Unione europea, devono conformare il prodotto alle disposizioni sulla marcatura CE.

In caso di riduzione o di ingrandimento della marcatura CE, devono essere rispettate le proporzioni indicate nel simbolo di cui sopra.

I diversi elementi della marcatura CE devono avere sostanzialmente la stessa dimensione verticale, che non può essere inferiore a 5 mm. Per i componenti di sicurezza di piccole dimensioni si può derogare a detta dimensione minima.

76.3.12 *Componenti di sicurezza*

L'elenco dei componenti di sicurezza di cui all'art. 1, comma 1 e all'art. 8, comma 1 del D.P.R. n. 162/1999 è il seguente:

- dispositivi di bloccaggio delle porte di piano;
- dispositivi paracadute (di cui al paragrafo 3.2 dell'allegato 1) che impediscono la caduta della cabina o movimenti ascendenti incontrollati;
- dispositivi di limitazione di velocità eccessiva;
- ammortizzatori ad accumulazione di energia a caratteristica non lineare o con smorzamento del movimento di ritorno;
- ammortizzatori a dissipazione di energia;
- dispositivi di sicurezza su martinetti dei circuiti idraulici di potenza quando sono utilizzati come dispositivi paracadute;
- dispositivi elettrici di sicurezza con funzione di interruttori di sicurezza con componenti elettronici.

76.3.13 *Requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori per i soggetti portatori di handicap*

I requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori previsti dal **D.M. n. 236/1989** per i soggetti portatori di handicap sono i seguenti:

a) negli edifici di nuova edificazione non residenziali l'ascensore deve avere le seguenti caratteristiche:

- cabina di dimensioni minime di 1,40 m di profondità e 1,10 m di larghezza;
- porta con luce netta minima di 0,80 m, posta sul lato corto;
- piattaforma minima di distribuzione, anteriore alla porta della cabina, di 1,50 m · 1,50 m.

b) negli edifici di nuova edificazione residenziali l'ascensore deve avere le seguenti caratteristiche:

- cabina di dimensioni minime di 1,30 m di profondità e 0,95 m di larghezza;
- porta con luce netta minima di 0,80 m posta sul lato corto;
- piattaforma minima di distribuzione, anteriore alla porta della cabina, di 1,50 · 1,50 m.

c) l'ascensore, in caso di adeguamento di edifici preesistenti, ove non sia possibile l'installazione di cabine di dimensioni superiori, può avere le seguenti caratteristiche:

- cabina di dimensioni minime di 1,20 m di profondità e 0,80 m di larghezza;
- porta con luce netta minima di 0,75 m posta sul lato corto;
- piattaforma minima di distribuzione, anteriore alla porta della cabina, di 1,40 · 1,40 m.

Le porte di cabina e di piano devono essere del tipo a scorrimento automatico. Nel caso di adeguamento, la porta di piano può essere ad anta incernierata, purché dotata di sistema per l'apertura automatica.

In tutti i casi le porte devono rimanere aperte per almeno otto secondi, e il tempo di chiusura non deve essere inferiore a quattro secondi.

L'arresto ai piani deve avvenire con auto livellamento, con tolleranza massima ± 2 cm.

Lo stazionamento della cabina ai piani di fermata deve avvenire con porte chiuse.

La botoniera di comando interna ed esterna deve avere i bottoni ad una altezza massima compresa tra 1,10 m e 1,40 m; per ascensori del tipo a), b) e c) la botoniera interna deve essere posta su una parete laterale ad almeno 35 cm dalla porta della cabina.

Nell'interno della cabina, oltre al campanello di allarme, deve essere posto un citofono ad altezza compresa tra 1,10 m e 1,30 m, e una luce d'emergenza con autonomia minima di tre ore.

I pulsanti di comando devono prevedere la numerazione in rilievo e le scritte con traduzione in braille (in adiacenza alla botoniera esterna deve essere posta una placca di riconoscimento di piano in caratteri braille).

Si deve prevedere la segnalazione sonora dell'arrivo al piano e, ove possibile, l'installazione di un sedile ribaltabile con ritorno automatico.

76.3.14 Impianto elettrico⁹

L'impianto elettrico degli ascensori, oltre alle norme specifiche, deve fare riferimento alle seguenti norme riguardanti:

- il quadro di sezionamento locale dell'ascensore (elevatore);
- gli impianti elettrici di alimentazione e gli impianti ausiliari per gli ascensori;
- gli ascensori antincendio e di soccorso.

QUADRO DI SEZIONAMENTO LOCALE DELL'ASCENSORE (ELEVATORE)

Il quadro elettrico di sezionamento locale ascensore può essere di competenza:

- dell'installatore elettrico;
- dell'installatore dell'impianto di ascensore.

Il quadro elettrico di sezionamento delle linee di energia e luce, e di protezione delle linee luce, deve avere struttura in materiale isolante o lamiera, posizionato all'interno del locale sala macchina ascensori, immediatamente vicino alla porta d'ingresso.

Per impianti senza locale macchina (Machine Room Less, MRL) le apparecchiature del quadro devono essere posizionate all'interno del pannello di manutenzione posto all'esterno del vano corsa. Il grado di protezione deve essere di almeno IP 30.

Il quadro deve contenere indicativamente un interruttore di sezionamento della linea di energia per ciascun ascensore, con protezione magnetotermica del tipo:

- con protezione differenziale (di tipo B in presenza di circuiti in corrente continua: IEC 60755);
- con sensibilità massima di 1,0 A e sensibilità minima di 0,3 A per impianti dotati di variatore di frequenza.

Per gli ascensori dotati di dispositivi di emergenza per il riporto della cabina al piano in caso di mancanza di tensione, l'interruttore generale o il comando per l'interruttore devono avere un polo supplementare per l'apertura del circuito di alimentazione del suddetto dispositivo.

Norme di riferimento

- UNI EN 81.1;**
- UNI EN 81.2;**
- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1);**
- CEI 23 – 51;**
- IEC 60755.**

IMPIANTI ELETTRICI DI ALIMENTAZIONE E IMPIANTI AUSILIARI PER GLI ASCENSORI

⁹ <http://www.capitolatitecnici.it>, a cura della federazione ANIE, aderente a Confindustria, che rappresenta le principali imprese elettrotecniche ed elettroniche che operano in Italia.

La linea di alimentazione di un ascensore deve partire dall'interruttore di protezione differenziale posto sul quadro elettrico generale, che può essere posizionato:

- nel locale contatore;
- nel locale portineria o piano.

L'interruttore generale posto sul quadro interruttori del locale del macchinario deve poter togliere tensione all'impianto, salvo che alle linee di illuminazione. In alcuni casi, per impianti senza locale del macchinario, può essere richiesto un sezionatore sottocarico da posizionarsi all'interno del vano corsa all'ultimo piano dell'edificio servito dall'ascensore.

La sensibilità dell'interruttore differenziale del quadro elettrico di distribuzione dell'energia (posto all'inizio della linea di alimentazione) deve essere tale da garantire la protezione dai contatti indiretti e consentire la continuità di servizio dell'impianto.

Se gli ascensori devono essere dotati di dispositivi di emergenza per il riporto della cabina al piano in caso di mancanza di tensione, l'interruttore generale o il comando per l'interruttore devono avere un polo supplementare per l'apertura del circuito di alimentazione del suddetto dispositivo.

Nei vani corsa e nei locali del macchinario degli ascensori, non devono essere disposte condutture o tubazioni che non appartengano agli impianti ascensori stessi, salvo le eventuali condutture per il riscaldamento del vano, a condizione che non siano a vapore o ad acqua in pressione, e che le apparecchiature di regolazione siano poste al di fuori del vano.

I vani corsa devono essere illuminati artificialmente. Nella fossa devono essere installati in posizione accessibile dall'ingresso:

- una presa protetta;
- un interruttore per l'accensione dell'illuminazione;
- un pulsante per l'arresto in emergenza dell'ascensore.

Tutte le cabine degli impianti devono essere munite di un mezzo di comunicazione bidirezionale che consenta di comunicare con un servizio di pronto intervento. Tale requisito normalmente rende necessaria l'adozione di una linea telefonica dedicata (fissa o mobile, di tipo GSM).

Norme di riferimento

CEI 64-8;

CEI Guida 64-50;

UNI EN 81-1;

UNI EN 81-2;

UNI EN 81-28;

IEC 60755.

ASCENSORI ANTINCENDIO E DI SOCCORSO

Nei vani corsa e nei locali del macchinario degli ascensori non devono essere disposte condutture o tubazioni che non appartengano agli impianti ascensori stessi, salvo le eventuali condutture per il riscaldamento del vano, a condizione che non siano a vapore o ad acqua in pressione, e che le apparecchiature di regolazione siano poste al di fuori del vano.

I vani corsa devono essere illuminati artificialmente. Nella fossa devono essere installati una presa protetta, un interruttore per l'accensione dell'illuminazione e un pulsante per l'arresto in emergenza dell'ascensore accessibili dall'ingresso.

Il tetto della cabina deve essere dotato di una botola delle dimensioni minime di 0,50 · 0,70 m.

Tutte le cabine degli impianti devono essere munite di un mezzo di comunicazione bidirezionale che consenta di comunicare con un servizio di pronto intervento. Tale requisito normalmente rende necessaria l'adozione di una linea telefonica dedicata (fissa o mobile, di tipo GSM).

La linea di alimentazione deve essere distinta dalle linee di alimentazione di altri ascensori e deve essere suddivisa in:

- alimentazione ordinaria;
- alimentazione secondaria di sicurezza.

I montanti dell'alimentazione elettrica secondaria del macchinario devono essere separati dall'alimentazione primaria del macchinario e devono avere una protezione non inferiore a quella richiesta per il vano corsa, e comunque non inferiore a REI 60.

In caso di incendio il passaggio dall'alimentazione primaria a quella secondaria di sicurezza deve essere automatico per cui occorre prevedere un dispositivo di tele-commutazione, ubicato:

- all'interno del locale macchina (qualora esistente);

- in armadio posto in corrispondenza nell'ultima fermata in alto in prossimità del pannello di manutenzione (qualora non esista il locale macchina).

Norme di riferimento

CEI 68-4;

UNI EN 81-1;

UNI EN 81-28;

UNI EN 81-58;

UNI EN 81-72;

UNI EN 81-73.

76.4 Piattaforme elevatrici

Le piattaforme elevatrici per superare dislivelli, di norma non superiori a 4 m, e con velocità non superiore a 0,1 m/s, devono rispettare, per quanto compatibili, le prescrizioni tecniche specificate per i servoscala.

Le piattaforme e il relativo vano corsa devono avere opportuna protezione e i due accessi muniti di cancelletto.

La protezione del vano corsa e il cancelletto del livello inferiore devono avere altezza tale da non consentire il raggiungimento dello spazio sottostante la piattaforma, in nessuna posizione della stessa.

La portata utile minima deve essere di 130 kg.

Il vano corsa deve avere dimensioni minime pari a 0,80 m · 1,20 m.

Se le piattaforme sono installate all'esterno, gli impianti devono risultare protetti dagli agenti atmosferici.

I requisiti costruttivi dei montascale, per molto tempo privi di regolamentazione, sono contenuti nella norma **UNI 9801**.

I componenti di sicurezza dei montacarichi, soggetti a dichiarazione di conformità da parte del costruttore ai sensi del **D.P.R. n. 459/1996**, sono:

- i dispositivi di blocco delle porte o portelli di piano;
- il dispositivo contro l'eccesso di velocità;
- la valvola di blocco (o la valvola di riduzione differenziale);
- i circuiti di sicurezza con componenti elettronici;
- il paracadute;
- gli ammortizzatori, esclusi quelli a molla senza ritorno ammortizzato.

76.5 Regole di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi

I vani degli impianti di sollevamento devono essere conformi al **D.M.15 settembre 2005**.

76.5.1 Disposizioni generali

Le pareti del vano di corsa, le pareti del locale del macchinario (se esiste) e le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), ivi compresi porte e portelli di accesso, nel caso in cui non debbano partecipare alla compartimentazione dell'edificio, devono comunque essere costituite da materiale non combustibile.

Le pareti del locale del macchinario (se esiste) e le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), ivi comprese le loro porte e botole di accesso, se poste in alto e se esigenze di compartimentazione lo richiedano, devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco uguali o superiori a quelle richieste per le pareti del vano di corsa con il quale comunicano.

I setti di separazione tra vano di corsa e locale del macchinario (se esiste) o locale delle pulegge di rinvio (se esiste), devono essere realizzati con materiale non combustibile. I fori di comunicazione, attraverso detti setti per passaggio di funi, cavi o tubazioni, devono avere le dimensioni minime indispensabili.

All'interno del vano di corsa, del locale del macchinario (se esiste), del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), e delle aree di lavoro destinate agli impianti di sollevamento, non devono esserci tubazioni o installazioni diverse da quelle necessarie al funzionamento o alla sicurezza dell'impianto, come prescritto dalla **direttiva 95/16/CE**.

L'intelaiatura di sostegno della cabina deve essere realizzata con materiale non combustibile. Le pareti, il pavimento e il tetto devono essere costituiti da materiali di classe di reazione al fuoco non superiore a 1. Per gli ascensori antincendio e per quelli di soccorso, anche le pareti, il pavimento e il soffitto della cabina devono essere realizzati con materiale non combustibile.

Le aree di sbarco protette, realizzate negli edifici quando necessario davanti agli accessi di piano degli impianti di sollevamento, nonché nell'eventuale piano predeterminato d'uscita, di cui al paragrafo 86.5.5, devono essere tali che si possa ragionevolmente escludere ogni possibilità d'incendio in esse.

76.5.2 *Vano di corsa*

In relazione alle pareti del vano di corsa, si distinguono tre tipi di impianti di sollevamento:

- in vano aperto;
- in vano protetto;
- in vano a prova di fumo.

76.5.2.1 *Vano aperto*

Si considera *vano aperto* un vano di corsa che non deve costituire compartimento antincendio. In tal caso, è sufficiente che le pareti del vano di corsa e le porte di piano, e le eventuali altre porte o portelli di soccorso e ispezione siano realizzati con materiali non combustibili.

76.5.2.2 *Vano protetto*

Si considera *vano protetto* un vano di corsa per il quale sono soddisfatti i seguenti requisiti:

- le pareti del vano di corsa, comprese le porte di piano, le porte di soccorso, le porte e i portelli d'ispezione, le pareti del locale del macchinario (se esiste), le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), nonché gli spazi del macchinario e le aree di lavoro (se disposti fuori del vano di corsa), devono avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento. Gli eventuali fori di passaggio di funi, cavi e tubi relativi all'impianto, che devono attraversare gli elementi di separazione resistenti al fuoco, devono avere le dimensioni minime indispensabili in relazione a quanto stabilito al paragrafo 86.5.1;
- tutte le porte di piano, d'ispezione e di soccorso devono essere a chiusura automatica e avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento.

76.5.2.3 *Vano a prova di fumo*

Si considera *vano a prova di fumo* un vano di corsa per il quale sono soddisfatti i seguenti requisiti:

- le pareti del vano di corsa devono essere separate dal resto dell'edificio a tutti i piani e su tutte le aperture, ivi comprese le porte di piano, di soccorso e di ispezione sul vano di corsa, mediante filtro a prova di fumo. È consentito che il filtro a prova di fumo sia unico per l'accesso sia alle scale che all'impianto di sollevamento, fatta eccezione per gli impianti di cui ai successivi paragrafi 86.5.6 e 86.5.7;
- le pareti del vano di corsa, comprese le porte di piano, le porte di soccorso, le e porte e i portelli d'ispezione, le pareti del locale del macchinario (se esiste), le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), nonché gli spazi del macchinario e le aree di lavoro (se disposti fuori del vano di corsa), devono avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento. Gli eventuali fori di passaggio di funi, cavi e tubi relativi all'impianto, che devono attraversare gli elementi di separazione resistenti al fuoco, devono avere le dimensioni minime indispensabili in relazione a quanto stabilito al paragrafo 86.5.1;
- le porte di piano, di ispezione e di soccorso, possono dare accesso direttamente ad aree di sbarco che siano aperte per almeno un lato verso uno spazio scoperto, ovvero verso filtri a prova di fumo.

76.5.3 *Accessi al locale del macchinario, agli spazi del macchinario e/o alle aree di lavoro*

Per i vani di cui ai paragrafi 86.5.2.3 e 86.5.6, gli accessi al locale del macchinario, se esiste, gli accessi al locale delle pulegge di rinvio, se esiste, nonché agli spazi del macchinario e alle aree di lavoro, devono avvenire attraverso spazi scoperti o protetti con filtri a prova di fumo.

Per i vani di cui al paragrafo 86.5.7, gli accessi al locale del macchinario e gli accessi al locale delle pulegge di rinvio (se esiste), devono avvenire attraverso spazi scoperti o protetti con filtri a prova di fumo, con esclusione di quelli in sovrappressione.

Nei vani di cui ai paragrafi 86.5.2.2, 86.5.2.3 e 86.5.6, in cui sono installati impianti di sollevamento ad azionamento idraulico, i serbatoi che contengono l'olio devono essere chiusi e costruiti in acciaio. Le tubazioni per l'olio, se installate fuori del vano di corsa, devono essere di acciaio. In alternativa, i serbatoi e le tubazioni devono essere protetti dall'incendio e dotati di chiusure capaci di trattenere l'olio.

Le aree di lavoro, poste fuori del vano di corsa, devono essere facilmente e chiaramente individuate e devono essere ubicate in ambienti aventi caratteristiche conformi con quelle stabilite al paragrafo 86.5.2 per il vano di corsa.

76.5.4 Aerazione del vano di corsa, dei locali del macchinario, delle pulegge di rinvio e/o degli ambienti contenenti il macchinario

Le aerazioni del vano di corsa, del locale del macchinario (se esiste), del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), e/o degli spazi del macchinario, devono essere fra loro separate e aperte direttamente, o con canalizzazioni anche ad andamento suborizzontale, verso spazi scoperti, a condizione che sia garantito il tiraggio. Le canalizzazioni devono essere realizzate con materiale non combustibile.

L'aerazione del vano di corsa, degli spazi del macchinario o dei locali del macchinario e/o delle pulegge di rinvio (se esistono), deve essere permanente e realizzata mediante aperture, verso spazi scoperti, non inferiori al 3% della superficie in pianta del vano di corsa e dei locali, con un minimo di:

- 0,20 m² per il vano di corsa;
- 0,05 m² per il locale del macchinario (se esiste), e per il locale delle pulegge di rinvio (se esiste).

Dette aperture devono essere realizzate nella parte alta delle pareti del vano e/o dei locali da aerare e devono, inoltre, essere protette contro gli agenti atmosferici e contro l'introduzione di corpi estranei (animali vari, volatili, ecc.). Tali protezioni non devono consentire il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 15 mm. Quando il vano di corsa è aperto su spazi scoperti, per esso non è richiesta aerazione.

La canalizzazione di aerazione del vano può attraversare il locale del macchinario, se esiste, o delle pulegge di rinvio. Allo stesso modo, la canalizzazione di aerazione degli ambienti contenenti il macchinario o del locale del macchinario (se esiste), può attraversare il vano di corsa e il locale delle pulegge di rinvio o altri locali interni dell'edificio, purché garantisca la prevista compartimentazione.

76.5.5 Misure di protezione attiva

Se in vano protetto o in vano a prova di fumo, gli impianti di sollevamento, quando le esigenze di compartimentazione dell'edificio lo richiedono, prima che la temperatura raggiunga un valore tale da comprometterne il funzionamento, previo comando proveniente dal sistema di rilevazione di incendio dell'edificio, devono inviare la cabina al piano predeterminato di uscita e permettere a qualunque passeggero di uscire.

In prossimità dell'accesso agli spazi e/o al locale del macchinario deve essere disposto un estintore di classe 21A89BC, idoneo per l'uso in presenza d'impianti elettrici.

Nel locale del macchinario (se esiste), possono essere adottati impianti di spegnimento automatici, a condizione che siano del tipo previsto per incendi di natura elettrica, convenientemente protetti contro gli urti accidentali, e tarati a una temperatura nominale d'intervento tale che intervengano dopo che l'ascensore si sia fermato a seguito della manovra prevista al precedente paragrafo.

76.5.6 Vani di corsa per ascensore antincendio

Il vano di corsa per un ascensore antincendio deve rispondere alle caratteristiche indicate al paragrafo 86.5.2.3, e alle seguenti ulteriori misure:

- tutti i piani dell'edificio devono essere serviti dall'ascensore antincendio;
- l'uscita dall'ascensore deve immettere in luogo sicuro, posto all'esterno dell'edificio, in corrispondenza del piano predeterminato di uscita, direttamente o tramite percorso orizzontale

protetto di lunghezza non superiore a 15 m, ovvero di lunghezza stabilita dalle disposizioni tecniche di settore;

- le pareti del vano di corsa, il locale del macchinario (se esiste), gli spazi del macchinario e le aree di lavoro di un ascensore antincendio, devono essere distinti da quelli degli altri eventuali ascensori e appartenere a compartimenti differenti;
- gli elementi delle strutture del vano di corsa, del locale del macchinario (se esiste), o degli spazi del macchinario e delle aree di lavoro, se disposti fuori del vano di corsa, devono avere una resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento, e comunque non inferiore a REI 60;
- l'accesso al locale macchinario (se esiste), agli spazi del macchinario o alle aree di lavoro, deve avvenire da spazio scoperto, esterno all'edificio, o attraverso un percorso, protetto da filtro a prova di fumo di resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento, e comunque non inferiore a REI 60;
- ad ogni piano, all'uscita dall'ascensore, deve essere realizzata un'area dedicata di almeno 5 m² aperta, esterna all'edificio, oppure protetta da filtro a prova di fumo di resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento, e comunque non inferiore a REI 60;
- la botola installata sul tetto della cabina, per il salvataggio o per l'auto salvataggio di persone intrappolate, deve essere prevista con dimensioni minime di 0,50 m · 0,70 m, di facile accesso sia dall'interno, con la chiave di sblocco, sia dall'esterno della cabina. Le dimensioni interne della cabina devono essere di almeno 1,10 m · 2,10 m, con accesso sul lato più corto;
- le porte di piano devono avere resistenza al fuoco non inferiore a quella richiesta per il vano di corsa e, comunque, non inferiore a REI 60;
- la linea di alimentazione di un ascensore antincendio deve essere distinta da quella di ogni altro ascensore presente nell'edificio, e deve avere una doppia alimentazione primaria e secondaria di sicurezza;
- i montanti dell'alimentazione elettrica del macchinario devono essere separati dall'alimentazione primaria e avere una protezione non inferiore a quella richiesta per il vano di corsa e, comunque, non inferiore a REI 60;
- in caso di incendio, il passaggio da alimentazione primaria ad alimentazione secondaria di sicurezza deve essere automatico;
- i locali del macchinario e delle pulegge di rinvio (se esistono), e il tetto di cabina, devono essere provvisti di illuminazione di emergenza, con intensità luminosa di almeno 5 lux, ad 1 m di altezza sul piano di calpestio, e dotata di sorgente autonoma incorporata, con autonomia di almeno un'ora e, comunque, non inferiore al tempo di resistenza richiesto per l'edificio;
- in caso di incendio, la manovra di questi ascensori deve essere riservata ai vigili del fuoco ed eventualmente agli addetti al servizio antincendio opportunamente addestrati;
- un sistema di comunicazione bidirezionale deve collegare in maniera permanente la cabina all'ambiente contenente il macchinario o al locale del macchinario (se esiste), e alle aree di sbarco;
- nel progetto dell'edificio devono essere adottate misure idonee a limitare il flusso d'acqua nel vano di corsa, durante le operazioni di spegnimento di un incendio. Il materiale elettrico all'interno del vano di corsa (nella zona che può essere colpita dall'acqua usata per lo spegnimento dell'incendio) e l'illuminazione del vano, devono avere protezione IPX3;
- gli ambienti e le aree di sbarco protette devono essere tali da consentire il funzionamento corretto della manovra degli ascensori antincendio per tutto il tempo prescritto per la resistenza al fuoco dell'edificio;
- gli ascensori antincendio non vanno computati nella valutazione delle vie di esodo.

76.5.7 *Vano di corsa per ascensore di soccorso*

Quando in un edificio, in relazione alle specifiche disposizioni di prevenzione incendi, deve essere installato un ascensore di soccorso, utilizzabile in caso di incendio, installato esclusivamente per trasporto delle attrezzature del servizio antincendio ed, eventualmente, per l'evacuazione di emergenza delle persone, devono essere adottate, oltre alle misure di cui al paragrafo 86.5.6, anche le seguenti:

- il numero degli ascensori di soccorso deve essere definito in modo da servire con essi l'intera superficie orizzontale di ciascun piano dell'edificio;
- il locale del macchinario deve essere installato nella sommità dell'edificio con accesso diretto dal piano di copertura del medesimo;

- non è ammesso un azionamento di tipo idraulico;
- i condotti di aerazione del locale del macchinario devono essere separati da quelli del vano di corsa. In caso di condotto di aerazione del vano di corsa, che attraversasse il locale del macchinario o che fosse contiguo, il condotto di aerazione deve essere segregato e protetto con materiali aventi resistenza al fuoco di almeno REI 120;
- le dimensioni interne minime della cabina e dell'accesso devono essere stabilite in base alle esigenze dei vigili del fuoco, e, in ogni caso, non devono essere inferiori ai seguenti valori:
 - larghezza: 1,10 m;
 - profondità: 2,10 m;
 - altezza interna di cabina: 2,15 m;
 - larghezza accesso (posto sul lato minore) 1 m.
- le porte di piano e di cabina devono essere ad azionamento manuale. La porta di cabina, in particolare, deve essere ad una o più ante scorrevoli orizzontali. Al fine di assicurare la disponibilità dell'impianto, anche in caso di uso improprio, deve essere installato un dispositivo che, quando il tempo di sosta della cabina ad un piano diverso di quello di accesso dei vigili del fuoco supera i due minuti, riporti automaticamente la cabina al piano anzidetto. Un allarme luminoso e acustico, a suono intenso non inferiore ai 60 dB(A), deve segnalare il fallimento di questa manovra al personale dell'edificio. Tale allarme non deve essere operativo quando l'ascensore è sotto il controllo dei vigili del fuoco;
- un interruttore a chiave, posto a ogni piano servito, deve consentire ai vigili del fuoco di chiamare direttamente l'ascensore di soccorso;
- per l'auto salvataggio, dall'interno della cabina, deve essere presente una scala che consenta di raggiungere in sicurezza il tetto della cabina stessa attraverso la relativa botola. Per consentire il diretto e facile accesso alla botola, all'interno della cabina non sono ammessi controsoffitti.

76.5.8 *Norme di esercizio*

L'uso degli ascensori in caso d'incendio è vietato. Presso ogni porta di piano di ogni ascensore deve essere affisso un cartello con l'iscrizione "Non usare l'ascensore in caso d'incendio". In edifici di civile abitazione è sufficiente prevedere l'affissione del cartello solo presso la porta del piano principale servito e di tutti gli altri piani da cui si può accedere dall'esterno.

In caso d'incendio è consentito unicamente l'uso di ascensori antincendio e di soccorso, in relazione a quanto stabilito dalle specifiche regole tecniche di settore. Inoltre, è proibito accendere fiamme libere in cabina, nel vano di corsa, nei locali del macchinario e delle pulegge di rinvio e nelle aree di lavoro, nonché depositare in tali ambienti materiale estraneo al funzionamento dell'ascensore.

I suddetti divieti, limitazioni e condizioni di esercizio devono essere segnalati con apposita segnaletica conforme al decreto legislativo n. 81/2008.

Sezione III

CAPITOLO 7 - ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI

Art. 77. Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio

77.1 Resistenza caratteristica

Agli effetti delle nuove norme tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018, 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.

77.2 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.

VALUTAZIONE PRELIMINARE DI QUALIFICAZIONE

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio (ovvero aggregati, cementi, acque e additivi), e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto (classe di resistenza e classe di consistenza conformi alla norma **UNI EN 206-1**).

Tutti i materiali forniti, se finalizzati all'esecuzione di elementi strutturali, devono essere forniti di un'attestazione di conformità di livello 2+. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla direzione dei lavori durante l'esecuzione delle opere, e si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali, quali la misura della resistenza a compressione di provini cubici, la misura della lavorabilità mediante l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

PROVE COMPLEMENTARI

Comprendono tutta l'attività sperimentale che la direzione dei lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione e/o ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

77.3 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 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.

77.4 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 124.1.

Tabella 124.1 - Controlli di accettazione

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_i \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$ (numero prelievi 3)	$R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$ (numero prelievi ≥ 15)
R_m = resistenza media dei prelievi (N/mm ²); R_i = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm ²); s = scarto quadratico medio.	

Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

77.5 Prelievo ed esecuzione della prova a compressione

77.5.1 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 m³ 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.

77.5.2 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: ± 5 mm.

La tolleranza sulla planarità dei provini è di $\pm 0,000 \cdot 6 d (b)$.

77.5.3 *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 (25 mm · 25 mm) e lunghezza di almeno 38 cm;
- barra di acciaio a sezione circolare con \varnothing 16 mm e lunghezza di almeno 60 cm;
- tavola vibrante, con diametro in funzione della dimensione più piccola dell'inerte con cui è stato confezionato il calcestruzzo;
- vibratore interno.

Il calcestruzzo, prima di essere collocato nelle casseforme, deve essere opportunamente rimiscelato in apposito recipiente. Il riempimento delle casseformi deve avvenire per strati. La norma **UNI 12390-2** indica almeno due strati con spessore non superiore a 10 cm.

Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua, invece, dovrà essere vibrato nella cubiera mediante tavola vibrante o vibratore ad immersione di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.

Dopo la costipazione, la superficie di calcestruzzo nella parte superiore della casseforma deve essere rasata con righello metallico e lisciata con idonea cazzuola o con fratazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione fino alla sformatura.

La sformatura, che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione e in maniera da non danneggiare il provino.

77.5.4 *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**.

77.5.5 *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.

77.5.6 *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;
 - modalità di compattazione nelle casseforme (barra d'acciaio a sezione quadrata 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.

77.5.7 *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.

77.5.8 *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.

77.5.9 *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;
- 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. 78. Controlli sul calcestruzzo fresco

78.1 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: ≥ 10 mm e ≤ 210 mm;
- tempo Vebè: ≤ 30 secondi e > 5 secondi;
- indice di compattabilità: $\geq 1,04$ e $< 1,46$;
- spandimento: > 340 mm e ≤ 620 mm.

Nelle tabelle seguenti sono indicati le classi di consistenza e i relativi valori delle prove secondo le linee guida sul calcestruzzo strutturale.

Tabella 125.1 - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dell'abbassamento al cono (Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996)

Classe di consistenza	Abbassamento [mm]	Denominazione corrente
S1	da 10 a 40	Umida
S2	da 50 a 90	Plastica
S3	da 100 a 150	Semifluida
S4	da 160 a 210	Fluida
S5	> 210	-

Tabella 125.2 - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante il metodo Vebè (Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996)

Classe di consistenza	Tempo Vebè [s]
V0	≥ 31
V1	da 30 a 21
V2	da 20 a 11
V3	da 10 a 6
V4	da 5 a 3

Tabella 125.3 - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dello spandimento (Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996)

Classe di consistenza	Spandimento [mm]
FB1	≤ 340
FB2	da 350 a 410
FB3	da 420 a 480
FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	≥ 630

Tabella 125.4 - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante dell'indice di compattabilità (Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996)

Classe di consistenza	Indice di compattabilità
C0	$\geq 1,46$
C1	da 1,45 a 1,26
C2	da 1,25 a 1,11

C3	da 1,10 a 1,04
----	----------------

78.2 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%.

78.3 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: cm^3/cm^2) 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. 79. Controlli sul calcestruzzo in corso d'opera

79.1 Le finalità

Le nuove norme tecniche per le costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) prevedono esplicitamente (paragrafo 11.2.5) l'effettuazione di un controllo di accettazione del calcestruzzo in relazione alla resistenza caratteristica a compressione prescritta. Qualora i valori di resistenza a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, o qualora sorgano dubbi sulla qualità del calcestruzzo, è facoltà del direttore dei lavori richiedere l'effettuazione di prove direttamente sulle strutture. In questi casi, si dovrà tenere nel debito conto gli effetti che sui prelievi in opera hanno avuto la posa in opera e la stagionatura del calcestruzzo. Per tale ragione, la verifica o il prelievo del calcestruzzo indurito non possono essere sostitutivi dei controlli d'accettazione da eseguirsi su provini prelevati e stagionati in conformità alle relative norme UNI.

La conformità della resistenza non implica necessariamente la conformità nei riguardi della durabilità o di altre caratteristiche specifiche del calcestruzzo messo in opera. Analogamente, la non conformità della resistenza valutata in una posizione non implica la non conformità di tutto il calcestruzzo messo in opera.

La stima della resistenza *in situ* dalla struttura può essere richiesta anche ai fini della valutazione della sicurezza di edifici esistenti, per esempio quando ricorra uno dei seguenti casi:

- riduzione evidente della capacità resistente di elementi strutturali;
- azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura) che abbiano compromesso la capacità resistente della struttura;
- degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali (in relazione alla durabilità dei materiali stessi);
- verificarsi di azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) significative e di situazioni di funzionamento e uso anomalo;
- distorsioni significative imposte da deformazioni del terreno di fondazione;

- provati errori di progetto o esecuzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili;
- interventi non dichiaratamente strutturali (impiantistici, di redistribuzione degli spazi, ecc.) qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale.

Le modalità d'indagine, ovviamente, sanno diversificate a seconda che sia necessario:

- stimare la stabilità di un'intera struttura;
- determinare la qualità di singoli elementi;

In ogni caso, il numero di campioni prelevati dipende:

- dal grado di fiducia che si intende affidare alla stima della resistenza;
- dalla variabilità dei dati o risultati che si presume di ottenere.

79.2 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.

79.3 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 126.1 riporta, in maniera sintetica e a scopo esemplificativo, i vantaggi e gli svantaggi dei metodi d'indagine più comuni.

Tabella 126.1 - Vantaggi e svantaggi dei metodi di indagine più comuni

Metodo di prova	Costo	Velocità di esecuzione	Danno apportato alla struttura	Rappresentatività dei dati ottenuti	Qualità della correlazione fra la grandezza misurata e la resistenza
Carotaggio	Elevato	Lenta	Moderato	Moderata	Ottima

Indice di rimbalzo	Molto basso	Veloce	Nessuno	Interessa solo la superficie ¹	Debole
Velocità di propagazione di ultrasuoni	Basso	Veloce	Nessuno	Buona (riguarda tutto lo spessore)	Moderata ²
Estrazione di inserti	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Buona
Resistenza alla penetrazione	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Moderata

¹ La singola determinazione è influenzata anche dallo stato della superficie dell'area di prova (umidità, carbonatazione, ecc.).

² La misura si correla bene con il modulo elastico del materiale. La bontà della correlazione tra modulo elastico e resistenza meccanica può dipendere dalle caratteristiche del conglomerato.

I metodi più semplici e che arrecano il minor danno alle superfici delle strutture, quali l'indice di rimbalzo e la velocità di propagazione, richiedono, per la predizione della resistenza, calibrazioni complesse. L'indagine mediante carotaggio, invece, non richiede (quasi) correlazione per l'interpretazione dei dati ma, per contro, provoca un danno elevato e risulta lenta e costosa. Il carotaggio è, comunque, il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi. Nella scelta della metodologia si deve tener conto delle specifiche capacità e caratteristiche.

L'indice di rimbalzo permette di valutare le caratteristiche anche dopo breve periodo di maturazione, ma il risultato riguarda solo la superficie esterna.

La velocità di propagazione, generalmente, operando per trasparenza, richiede l'accessibilità di due superfici opposte e fornisce indicazioni sulla qualità del conglomerato all'interno della struttura. La misura della resistenza alla penetrazione e della forza di estrazione caratterizzano la superficie esterna (più in profondità dell'indice di rimbalzo). La prima è più idonea a saggiare elementi di grosse dimensioni, la seconda è più adatta anche ad elementi di ridotte dimensioni. La numerosità dei punti di prova è un compromesso tra accuratezza desiderata, tempo d'esecuzione, costo e danno apportato alla struttura.

A titolo esemplificativo, la tabella 126.2 riporta alcune indicazioni circa i valori tipici di riferimento per la variabilità e i limiti di confidenza nella stima della resistenza ottenibili con diversi metodi di prova. La stessa tabella riporta un'indicazione di massima riguardante il numero minimo di prove da effettuare in una specifica area di prova.

Tabella 126.2 - Valori tipici di riferimento per la variabilità e i limiti di confidenza nella stima della resistenza ottenibili con diversi metodi di prova

Metodo di prova	Coefficiente di variazione dei valori ottenuti su un elemento strutturale di buona qualità [%]	Limiti di confidenza [±%] al 95% nella stima della resistenza	Numero di prove o di campioni relativo ad un'area di prova
Carotaggio	10	10	3
Indice di rimbalzo	4	25	12
Velocità di propagazione	2,5	20	1
Resistenza alla penetrazione	4	20	3
Forza d'estrazione	15	15	9

79.4 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.

79.5 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 ($R_c \leq 20 \text{ N/mm}^2$) 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**.

79.5.1 Linee generali

Si devono prendere in considerazione le seguenti avvertenze:

- il diametro delle carote deve essere almeno superiore a tre volte il diametro massimo degli aggregati (i diametri consigliati sono compresi tra 75 e 150 mm);
- le carote destinate alla valutazione della resistenza non dovrebbero contenere ferri d'armatura (si devono scartare i provini contenenti barre d'armatura inclinate o parallele all'asse);
- per ottenere la stima attendibile della resistenza di un'area di prova devono essere prelevate e provate almeno tre carote;
- il rapporto lunghezza/diametro delle carote deve essere uguale a 1 e il diametro deve essere uguale a 100 mm. Occorre evitare che i provini abbiano snellezza inferiore a uno o superiore a due;
- i campioni estratti (e i provini) devono essere protetti nelle fasi di lavorazione e di deposito rispetto all'essiccazione all'aria. Salvo diversa prescrizione, le prove di compressione devono essere eseguite su provini umidi;
- nel programmare l'estrazione dei campioni si deve tener conto che la resistenza del calcestruzzo dipende dalla posizione o giacitura del getto;
- è necessario verificare accuratamente, prima di sottoporre i campioni alla prova di compressione, la planarità e l'ortogonalità delle superfici d'appoggio. La lavorazione o preparazione inadeguata dei provini porta, infatti, a risultati erronei. Il semplice taglio e la molatura delle superfici di prova può non soddisfare i requisiti di parallelismo e planarità richiesti dalle norme.

79.5.2 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.

79.5.3 Norme di riferimento

Le procedure per l'estrazione, la lavorazione dei campioni estratti per ottenere i provini e le relative modalità di prova a compressione sono quelle descritte nelle seguenti norme:

UNI EN 12504-1 – *Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture. Carote. Prelievo, esame e prova di compressione;*

UNI EN 12390-1 – *Prova sul calcestruzzo indurito. Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme;*

UNI EN 12390-2 – *Prova sul calcestruzzo indurito. Confezionamento e stagionatura dei provini per prove di resistenza;*

UNI EN 12390-3 – *Prova sul calcestruzzo indurito. Resistenza alla compressione dei provini;*

UNI EN 13791 - *Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo.*

79.5.4 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.

79.6 Metodi indiretti per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera

Come metodi indiretti devono essere presi in considerazione i metodi più consolidati nella pratica dei controlli non distruttivi, ovvero indice di rimbalzo, pull-out e misura della velocità di propagazione.

I metodi indiretti (indice di rimbalzo, velocità di propagazione degli impulsi e forza di estrazione) dovranno rispettare le linee guida della norma **UNI EN 1379**, mediante la correlazione tra i risultati dei metodi di prova indiretti e la resistenza a compressione su carote prelevate dalla struttura in esame. Il carotaggio è il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi.

La legge di correlazione deve essere determinata utilizzando un adeguato numero di campioni, ottenuti mediante carotaggio dalla struttura in esame e sottoposti ad indagine non distruttiva prima della loro rottura.

Il direttore dei lavori deve condurre una preliminare campagna di analisi con metodi indiretti, al fine di programmare le posizioni di prelievo delle carote, anche sulla base del grado di omogeneità del volume di calcestruzzo in esame, ed eventualmente di suddividere l'area in esame in lotti entro i quali sia possibile definire statisticamente l'omogeneità del calcestruzzo.

I fattori di influenza dei risultati dei metodi indiretti sono quelli descritti dall'allegato B alla norma **UNI EN 13791**.

79.6.1 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;
- 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.

79.6.2 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*.

79.7 Stima della resistenza del calcestruzzo in opera

La resistenza dei provini estratti per carotaggio generalmente è inferiore a quella dei provini prelevati e preparati nel corso della messa in opera del calcestruzzo e stagionati in condizioni standard.

Le nuove norme tecniche per le costruzioni hanno quantificato l'entità di tale differenza, riconducibile alle caratteristiche del materiale, alle modalità di posa in opera, di stagionatura e di esposizione, ritenendo accettabile un calcestruzzo il cui valore medio di resistenza a compressione ($R_{opera,m}$), determinato con tecniche opportune (carotaggi e/o controlli non distruttivi), sia almeno superiore all'85% del valore medio della resistenza di progetto $R_{progetto,cm}$:

$$R_{opera,m} \geq 0,85 R_{progetto,cm} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Alla necessità di effettuare correttamente la stima delle condizioni al contorno, caratteristiche di ciascuna opera, e di garantire adeguatamente la normalizzazione delle procedure di prova, indispensabili per la riproducibilità e la ripetibilità dei risultati sperimentali, si aggiunge l'esigenza di definire correttamente il valore, indicato dalle norme tecniche, da assumere per la resistenza media di progetto $R_{progetto,cm}$.

Il controllo della resistenza del calcestruzzo in opera deve essere eseguito in conformità alla norma **UNI EN 13791**, che stabilisce il passaggio dalla resistenza caratteristica cubica di progetto R_{ck} alla resistenza caratteristica cilindrica di progetto f_{ck} con la seguente relazione:

$$f_{ck} = 0,85 R_{ck} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Al punto 6, tabella 1, della stessa norma, sono riportati per ciascuna classe di resistenza i valori caratteristici minimi accettabili. La $R_{opera,ck}$ deve essere determinata secondo il punto 7 della stessa norma **UNI EN 13791**, che prevede un controllo di tipo statistico nel caso in cui la numerosità dei prelievi sia maggiore di 15 (Approccio A, p. 7.3.2), e un controllo alternativo nel caso di una minore numerosità dei prelievi (Approccio B, p. 7.3.3.). In sintesi, si dovrà confrontare:

$$R_{opera,ck} \geq 0,85 R_{progetto,ck} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Il rapporto di valutazione della resistenza calcestruzzo in opera deve essere conforme al punto 10 della norma **UNI EN 13791**.

79.7.1 La non conformità dei controlli d'accettazione

Le indagini per la valutazione del calcestruzzo in opera, in caso di non conformità dei controlli d'accettazione, dovranno rispettare i criteri previsti dal paragrafo 9 della norma **UNI EN 13791**.

1) In una regione di prova comprendente diversi lotti di calcestruzzo con 15 o più risultati di prove su carote, se $f_{opera,m} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} + 1,48 s)$ e $f_{opera,min} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} - 4)$

dove

$f_{progetto,ck}$ = resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo prevista in progetto

$f_{opera,m}$ = valore medio delle 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/mm² si assume pari a 2 N/mm²),

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. 80. Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio

80.1 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.

80.2 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.

80.3 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:

- 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.

80.4 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.*

80.4.1 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 nuove norme tecniche 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.

80.4.1.1 Il volume del giunto da esaminare. La preparazione delle superfici

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.*

80.4.2 Metodo radiografico

Il controllo radiografico dei giunti saldati per fusione di lamiera e tubi di materiali metallici deve essere eseguito in conformità alla norma **UNI EN 435**.

Il metodo radiografico deve essere usato per il controllo dei giunti saldati a piena penetrazione (paragrafo 11.3.4.5 delle nuove norme tecniche).

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.*

80.5 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.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbatura 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 130.1 - 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 ²]	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° e 120°, con tolleranze di 60° 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:

- 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.

Art. 81. Prove sugli infissi

81.1 Generalità

Il direttore dei lavori potrà eseguire prove di accettazione su campioni di infissi prelevati casualmente in cantiere per accertare la rispondenza dei materiali forniti alle prescrizioni contrattuali.

Sui campioni devono essere effettuate almeno le seguenti prove, alcune specifiche per gli infissi esterni:

- permeabilità all'aria (norma **UNI EN 1026**);
- tenuta all'acqua (norma **UNI EN 1027**);

- resistenza al carico del vento (norma **UNI EN 12211**);
- resistenza all'apertura e alla chiusura ripetuta (norma **UNI EN 1191**);
- calcolo della trasmittanza termica (norma **UNI EN ISO 10077-1**);
- isolamento termico (norma **UNI EN ISO 12567-1**).

I campioni di prova devono essere perfettamente funzionanti e devono essere prelevati in contraddittorio con l'esecutore. La prova deve essere eseguita da un laboratorio ufficiale.

Le prove, a discrezione della direzione dei lavori, possono essere sostituite da certificati di prove effettuate su serramenti identici a quelli oggetto della fornitura.

81.2 Norme di riferimento

a) prove in laboratorio:

UNI EN 1026 – Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Metodo di prova;

UNI EN 1027 – Finestre e porte. Tenuta all'acqua. Metodo di prova;

UNI EN 12211 – Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Metodo di prova;

UNI EN 1191 – Finestre e porte. Resistenza all'apertura e la chiusura ripetuta. Metodo di prova;

b) prove di resistenza al fuoco:

UNI EN 1634-1 – Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili;

UNI EN 1634-3 – Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttive. Parte 3: Prove di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura;

c) trasmittanza termica:

UNI EN ISO 10077-1 – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità;

UNI EN ISO 10077-2 – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo numerico per i telai;

UNI EN ISO 12567-1 – Isolamento termico di finestre e porte. Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda. Finestre e porte complete;

UNI EN ISO 12567-2 – Isolamento termico di finestre e di porte. Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda. Parte 2: Finestre da tetto e altre finestre sporgenti;

d) resistenza all'effrazione:

UNI ENV 1628 – Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza sotto carico statico;

UNI ENV 1629 – Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza sotto carico dinamico;

UNI ENV 1630 – Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'azione manuale di effrazione;

e) resistenza all'esplosione:

UNI EN 13123-1 – Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Requisiti e classificazione. Tubo da onda d'urto (shock-tube);

UNI EN 13123-2 – Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Requisiti e classificazione. Parte 2: Prova all'aperto;

UNI EN 13124-1 – Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Metodo di prova. Tubo da onda d'urto (shock-tube);

UNI EN 13124-2 – Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Metodo di prova. Parte 2: Prova all'aperto;

f) classificazioni in base alle prestazioni:

UNI EN 12207 – Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Classificazione;

UNI EN 12208 – Finestre e porte. Tenuta all'acqua. Classificazione;

UNI EN 12210 – Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Classificazione.

PARTE TERZA - SPECIFICHE TECNICHE DELLE LAVORAZIONI

CAPITOLO 8 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 82. Valutazione lavori a corpo e a misura

Per le opere o le provviste a corpo il prezzo convenuto è fisso e invariabile, senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla qualità di dette opere o provviste. Per le opere appaltate a misura, la somma prevista nel contratto può variare, tanto in più quanto in meno, secondo la quantità effettiva di opere eseguite.

Art. 83. Scavi

83.1 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.

83.2 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.

83.3 Scavi in presenza d'acqua

Si considerano cavi in presenza d'acqua soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà, perciò, considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Gli scavi subacquei saranno valutati con un sovrapprezzo in aggiunta agli scavi di fondazione, per tenere conto degli aggotamenti ed esaurimenti dell'acqua presente, con qualsiasi mezzo l'appaltatore ritenga opportuno eseguirli.

L'aggottamento delle acque di falda col sistema well-point sarà pagata come indicato nell'elenco prezzi con il relativo prezzo di elenco, comprensivo delle punte aspiranti, pompe, mano d'opera, trasporto, messa in opera tubi, fornitura di energia, manutenzione, guardiania, controllo e assistenza nelle 24 ore.

83.4 Oneri aggiunti per gli scavi

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'appaltatore si deve ritenere compensato per i seguenti altri eventuali oneri:

- il taglio di piante, l'estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza e anche in presenza d'acqua;
- i paleggi, l'innalzamento, il carico, il trasporto e lo scarico a rinterro o a rifiuto, entro i limiti previsti in elenco prezzi, la sistemazione delle materie di rifiuto, il deposito provvisorio e la successiva ripresa;

- la regolazione delle scarpate o delle pareti, lo spianamento del fondo, la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua o altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi, secondo le sagome definitive di progetto esecutivo;
- le puntellature, le sbadacchiature e le armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato speciale d'appalto, compresi le composizioni, le scomposizioni, le estrazioni e l'allontanamento, nonché gli sfridi, i deterioramenti, le perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- le impalcature, i ponti e le costruzioni provvisorie (occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati), i passaggi, gli attraversamenti, ecc.;
- ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

83.5 Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali

I disfacimenti e i ripristini delle massicciate e delle pavimentazioni devono essere valutati a metro quadrato, assumendo per la misura di tali lavori una larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di 30 cm. Devono essere dedotte le superfici corrispondenti a rotaie, bocchette, chiusini, soglie e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

Gli scavi in cassonetto per il ripristino delle massicciate devono essere valutati separatamente a metro cubo, considerando una larghezza di scavo pari a quella convenzionale sopra stabilita e la profondità effettiva del cassonetto ordinato dalla direzione dei lavori.

Art. 84. Rilevati, rinterri e vespai

84.1 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.

84.2 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.

84.3 Preparazione del piani 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.

84.4 Riempimento con misto granulare. Vespai

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., deve essere valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

Art. 85. Demolizioni, dismissioni e rimozioni

85.1 Demolizione totale o parziale di fabbricati con copertura piana.

Il volume da computare sarà quello, vuoto per pieno, ottenuto moltiplicando la superficie contenuta dal perimetro esterno dell'edificio 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.

85.2 Demolizione totale o parziale di fabbricati con copertura a falde

Per la porzione sino al sottogronda varranno le modalità previste al punto precedente. La porzione sovrastante verrà computata in base al volume effettivo.

85.3 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.

85.4 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.

85.5 Taglio a sezione obbligata di muratura per la realizzazione di vani porte e/o finestre

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.

85.6 Taglio a sezione obbligata di tramezzi per la realizzazione di vani porta e simili

Il taglio a sezione obbligata di tramezzi di spessore non superiore a 15 cm eseguito con metodi manuali o meccanici per la realizzazione di vani porta e simili, compreso l'onere dell'eventuale puntellamento, lo sgombero delle macerie e del loro trasporto a pubblica discarica, deve essere compensato a metro quadrato.

85.7 Demolizione di elementi strutturali in conglomerato cementizio armato o non armato

La demolizione di elementi strutturali in conglomerato cementizio armato o non armato, compreso l'onere del trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta, deve essere compensata a metro cubo di struttura demolita.

85.8 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.

85.9 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.

85.10 Demolizione di controsoffitti

La demolizione di controsoffitti di qualsiasi tipo e natura, compreso l'onere del ponteggio, lo sgombero e il trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta, deve essere compensata a metro quadrato di superficie demolita.

85.11 Dismissione di pavimenti e rivestimenti

La dismissione di pavimenti e rivestimenti interni quali marmi, piastrelle e simili, compresa la demolizione dell'eventuale sottostrato e il trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta, deve essere compensata a metro quadrato di superficie dismessa.

85.12 Dismissione di lastre di marmo per soglie, davanzali di finestre, ecc.

La dismissione di lastre di marmo per soglie, davanzali di finestre, rivestimenti di gradini e simili, compreso la rimozione dello strato di malta/collante sottostante, lo sgombero dei detriti e il trasporto del materiale di risulta a pubblica discarica, deve essere compensata a metro quadrato di superficie dismessa.

85.13 Rimozione di infissi

La rimozione di infissi interni o esterni, compreso mostre, telai, falsi telai, succieli, cassonetti coprirullo, e il trasporto a pubblica discarica del materiale inutilizzabile, deve essere compensata a metro quadrato.

85.14 Rimozione di infissi da riutilizzare

La rimozione di infissi interni o esterni, compreso mostre e telai con la necessaria accortezza, da riutilizzare dopo eventuale trattamento, deve essere compensata a metro quadrato.

85.15 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.

85.16 Sostituzione di parti di ringhiere, grate, cancelli, ecc.

La sostituzione di elementi di opere in ferro quali ringhiere, grate, cancelli, ecc., e il trasporto a rifiuto del materiale inutilizzabile, deve essere compensata a corpo.

85.17 Dismissione e rimontaggio di strutture in alluminio

La dismissione e il rimontaggio di strutture in alluminio e vetri e simili deve essere compensata a corpo.

Art. 86. Murature, calcestruzzi, solai, impermeabilizzazioni**86.1 Murature e tramezzi****86.1.1 Murature**

Tutte le murature in genere, con spessore superiore a 15 cm, saranno misurate geometricamente in base al volume, con le misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci, e devono essere dedotti tutti i vuoti di superficie maggiore di 1 m². Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie, si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli e strombature.

86.1.2 Tramezzi

Tutte le tramezzature in genere, con spessore inferiore a 15 cm, saranno valutate a metro quadrato, e devono essere dedotti tutti i vuoti di superficie maggiore di 1m². Nei prezzi della tramezzatura di qualsiasi specie, si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli e strombature.

86.1.3 Sagome, cornici, cornicioni, lesene e pilastri

La formazione di sagome, di cornici, cornicioni, lesene, ecc. di qualsiasi oggetto sul paramento murario, deve essere valutata a corpo.

86.2 Calcestruzzi

I calcestruzzi per fondazioni e le strutture costituite da getto in opera saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni previste dal progetto esecutivo, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei prezzi del conglomerato sono, inoltre, compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio e dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato deve essere eseguita, nonché gli oneri derivanti dal getto e dalla vibratura.

L'armatura ad aderenza migliorata deve essere compensata a parte.

86.2.1 Casseforme

Le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computate a metro quadrato.

86.3 Acciaio per armature e reti elettrosaldate

86.3.1 Acciaio per cemento armato

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata, per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo, nonché la rete elettrosaldata, opportunamente sagomate e collocate in opera secondo le quantità del progetto esecutivo delle strutture in cemento armato, saranno valutate secondo il peso effettivo. Nel prezzo, oltre alla lavorazione e lo sfrido, è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

86.4 Pali di fondazione

La misurazione del palo verrà eseguita dal fondo del foro fino alla base del plinto, trave o altra struttura di collegamento.

86.5 Solai, impermeabilizzazioni, rivestimenti, ecc.

86.5.1 Solai

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo, come ogni altra opera di cemento armato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà, invece, pagato al metro quadrato di superficie netta misurata all'interno dei cordoli e/o delle travi di calcestruzzo armato, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo armato o su eventuali murature portanti.

86.5.2 Impermeabilizzazioni

Le impermeabilizzazioni con malta di asfalto, bitume, guaina prefabbricata a base di bitume, membrana composita, ecc., dello spessore minimo e delle caratteristiche rispondenti a quelle indicate nell'elenco prezzi o nei disegni progettuali esecutivi, saranno compensate:

- a metro quadrato, per le superfici piane;
- a metro quadrato di proiezione orizzontale per le superfici inclinate.

86.5.3 Isolamento termo-acustico di pareti verticali o intercapedini di murature, solai, terrazzi, ecc.

L'isolamento termo-acustico di pareti verticali, intercapedini di murature, solai e terrazzi realizzati con pannelli rigidi, posti in opera con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e con le dimensioni minime progettuali, sarà compensato a metro quadrato di superficie isolata

86.5.4 Massetto isolante

Il massetto isolante posto in opera a qualunque altezza nel rispetto di eventuali pendenze, con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e con le dimensioni minime illustrate nel progetto esecutivo, sarà compensato a metro cubo.

86.5.5 Misurazione delle coibentazioni

Per altre indicazioni circa la misurazione delle coibentazioni di tubazioni, apparecchi e serbatoi, non previste espressamente, si rimanda alla norma **UNI 6665**.

86.6 Lavori in metallo

86.6.1 Ringhiere e cancellate semplici

Le ringhiere e cancellate con profilati di ferro scatolari o pieni e con disegni semplici e lineari, devono essere valutate a peso.

86.6.2 Ringhiere e cancellate con ornati

Le ringhiere e cancellate di ferro con ornati o con disegni particolarmente complessi devono essere valutate a corpo.

86.7 Controsoffitti e soppalchi

86.7.1 Soppalchi

I soppalchi devono essere valutati a metro quadrato di superficie di solaio realizzata.

86.7.2 *Controsoffitti piani*

I controsoffitti piani saranno pagati in base alla superficie della loro proiezione orizzontale. Sono compresi e compensati nel prezzo anche il raccordo con eventuali muri perimetrali curvi, e tutte le forniture, magisteri e mezzi d'opera necessari per dare controsoffitti finiti in opera, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione. È esclusa e compensata a parte l'orditura portante principale.

86.7.3 *Lavorazioni particolari sui controsoffitti*

Gli eventuali elementi aggiuntivi di lavorazioni sui controsoffitti, quali per esempio sporgenze, rientranze, sagome particolari, cornici, ecc., devono essere compensati a corpo.

86.8 *Pavimenti e rivestimenti*

86.8.1 *Pavimenti*

I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati per la superficie vista tra le pareti intonacate dell'ambiente. Nella misura non sarà, perciò, compresa l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco e la stuccatura delle eventuale fughe.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, compreso il sottofondo.

In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono compresi gli oneri e le opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità delle opere stesse.

86.8.2 *Zoccolino battiscopa*

La posa in opera di zoccolino battiscopa di qualunque genere, deve essere valutata a metro lineare, compresa la stuccatura delle eventuale fughe.

86.8.3 *Rivestimenti di pareti*

I rivestimenti di piastrelle o di mosaico verranno misurati per la superficie effettiva, qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo al metro quadrato sono comprese la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, gli angoli, ecc., che saranno computati nella misurazione, nonché l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei giunti e la fornitura di collante per rivestimenti.

86.8.4 *Fornitura in opera dei marmi, pietre naturali e artificiali*

I prezzi della fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali o artificiali, previsti in elenco, saranno applicati alle superfici effettive dei materiali in opera. Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme prescritte nel presente capitolato si intende compreso nei prezzi.

Specificatamente, detti prezzi comprendono gli oneri per:

- la fornitura;
- lo scarico in cantiere;
- il deposito e la provvisoria protezione in deposito;
- la ripresa, il successivo trasporto e il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura;
- ogni successivo sollevamento e ogni ripresa con boiaccia di cemento o altro materiale;
- la fornitura di lastre di piombo, grappe, staffe, regolini, chiavette e perni occorrenti per il fissaggio;
- ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e la successiva chiusura e ripresa delle stesse;
- la stuccatura dei giunti;
- la pulizia accurata e completa e la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera;
- tutti i lavori che risultassero necessari per il perfetto rifinimento dopo la posa in opera.

I prezzi di elenco sono, tra l'altro, comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque fra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento, e, dove richiesto, un incastro perfetto.

86.9 *Intonaci*

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili. Tuttavia, saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza superi 5 cm. Tali prezzi varranno sia per superfici piane che per superfici curve. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, è compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nel prezzo degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese di contropavimenti, zoccolature e serramenti.

I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate.

Saranno, tuttavia, detratti i vani di superficie maggiore di 4 m², valutandone a parte la riquadratura.

Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva. Pertanto, dovranno essere detratti tutti i vuoti, di qualunque dimensione essi siano, e aggiunte le loro riquadrature.

Nessuno speciale compenso sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti, anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

86.10 *Tinteggiature, coloriture e verniciature*

86.10.1 *Superfici imurarie interne*

Le pareti e i soffitti piani devono essere misurate deducendo solo i vani non tinteggiabili aventi superfici superiori ai 4 m².

I vani inferiori ai 4 m² vengono computati vuoto per pieno con infisso, a compenso degli eventuali squarci o celini dell'indispensabile profilatura.

Quando esistono sporgenze o rientranze, non si computano se inferiori ai 5 cm.

I sistemi di misurazione di cui sopra si riferiscono a lavori a calce, colla e tempera; per lavori con l'impiego di altri materiali la misura è quella effettiva, con detrazione dei vani superiori a 2 m².

Le zoccolature si devono misurare a metro lineare se inferiori ai 18 cm di altezza; le zoccolature di altezza superiore, invece, si devono misurare a metro quadrato e le relative profilature a metro lineare.

La superficie dei soffitti normali in legno a travatura parallela si deve misurare calcolando la superficie in proiezione moltiplicata per 1,50.

Per i soffitti a volta aventi la luce fino a 6 metri lineari, la relativa superficie deve essere determinata moltiplicando la superficie della loro proiezione orizzontale per il coefficiente compreso tra un minimo di 1,20 e un massimo di 1,40.

Per luci maggiori a 6 metri lineari occorre misurare la superficie reale.

86.10.2 *Superfici murarie esterne*

Le tinteggiature eseguite su facciate o superfici esterne devono essere calcolate sulla massima altezza e massima larghezza, deducendo soltanto i vuoti superiori a 8 m² e con l'aggiunta dello sviluppo delle gronde, dei parapetti, dei sottobalconi, dei frontali e di qualunque altra sporgenza o rientranza.

Le tinteggiature con idropitture, e le verniciature e le applicazioni di rivestimenti plastici, devono essere calcolate sulla massima altezza e massima larghezza, deducendo soltanto i vuoti superiori a 2 m² e con l'aggiunta dello sviluppo delle gronde, dei parapetti, dei sottobalconi, dei frontali e di qualunque altra sporgenza o rientranza.

Resta a carico dell'impresa esecutrice la protezione e la pulizia di davanzali, spalle, architravi e oggetti in genere.

In ogni caso, zoccolini, sagome, filettature, profilature, campionature, scuretti e cordonature, se eseguiti in colore diverso, devono essere misurate a parte, a metro lineare, secondo la linea più lunga.

86.10.3 *Infissi, ringhiere e simili*

La preparazione e la successiva tinteggiatura o laccatura di infissi e simili provenienti da dismissione deve essere valutata a corpo, comprendendo la dismissione e la ricollocazione dell'infisso dopo il trattamento.

Per la coloritura o verniciatura di infissi, ringhiere o simili si devono osservare le seguenti norme:

- per le porte bussole e simili si computerà due volte la luce netta dell'infisso, non detraendo le eventuali superfici del vetro. È compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettoncino;
- per le finestre senza persiane, ma con scuretti, si computerà tre volte la luce netta dell'infisso, essendo così compensata la coloritura degli scuretti e del telaio (o cassettone);
- per le finestre senza persiane e senza scuretti si computerà una volta sola la luce netta dell'infisso, comprendendo con ciò anche la coloritura e sgocciolatoio del telaio;
- per persiane avvolgibili si computerà due volte e mezzo la luce netta dell'infisso, comprendendo con ciò anche la coloritura del telaio;
- per le opere in ferro semplici e senza ornati, quali finestre, grandi vetrate, lucernari, serrande avvolgibili a maglia, infissi di vetrine, si computeranno i tre quarti della superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura di sostegni, grappe e simili accessori dei quali non si terrà conto nella misurazione;
- per le opere in ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata una volta la loro superficie misurata come sopra;
- per opere in ferro con ornati ricchissimi, nonché per pareti metalliche e lamiera striate, sarà computata una volta e mezzo la loro superficie misurata come sopra;
- per le serrande in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, sarà computata tre volte la luce netta del vano, misurato in altezza, tra la soglia e la battuta della serranda, intendendo con ciò compensata anche la coloritura della superficie non in vista;
- i radiatori saranno computati per elemento radiante;
- per le persiane alla romana si computerà tre volte.

Tutte le coloriture e le verniciature si intendono eseguite su entrambe le facce, compresi eventuali accessori.

86.11 *Infissi*

86.11.1 *Modalità di misurazione delle superfici*

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, deve essere misurata considerando le luci nette, le luci fra i telai, oppure la luce massima fra le mostre.

I prezzi elencati comprendono la fornitura a piè d'opera dell'infisso e dei relativi accessori (serrature, maniglie e cerniere), l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera.

86.11.2 *Porte in legno*

La fornitura e la collocazione di porte interne o di ingresso deve essere valutata a corpo, compresi telai, coprifili, ferramenta e maniglie.

86.11.3 *Infissi in metallo*

La fornitura e la collocazione di infissi di alluminio, compresi telai, coprifili, ferramenta e maniglie, elementi in vetro (vetro-camera, vetro normale, vetro di sicurezza), pannelli, ecc., deve essere valutata a metro quadrato.

86.12 *Pluviali e grondaie*

I tubi pluviali e le grondaie (in PVC, rame, ecc.) devono essere valutati a metro lineare di sviluppo in opera senza tener conto delle parti sovrapposte, escluso i pezzi speciali che saranno pagati a

parte, intendendosi comprese nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura e la posa in opera di staffe o di altri elementi di ancoraggio (in acciaio o in rame).

Art. 87. Impianti elettrici

87.1 Quadri elettrici relativi alle centrali, tubi protettivi, ecc.

I quadri elettrici relativi alle centrali, i tubi protettivi, le linee elettriche di alimentazione e di comando delle apparecchiature, le linee di terra e i collegamenti equipotenziali devono essere valutati nel prezzo di ogni apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.

87.2 Canalizzazioni e cavi

I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre e il piatto di ferro zincato per le reti di terra, devono essere valutati al metro lineare, misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera. Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, i raccordi, i supporti, le staffe, le mensole e i morsetti di sostegno e il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.

I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT devono essere valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo un metro per ogni quadro al quale essi sono attestati.

Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda e i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.

I terminali dei cavi di MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.

I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi, i morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm², e i morsetti fissi oltre tale sezione.

Le scatole, le cassette di derivazione e i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione.

Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta; in quelle dei box telefonici, invece, sono comprese le morsettiere.

87.3 Apparecchiature in generale e quadri elettrici

Le apparecchiature in generale devono essere valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti. Sono compresi tutti gli accessori necessari per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:

- superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
- numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, ecc.

Nei quadri, la carpenteria deve comprendere le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc.

Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori e i contattori da quadro, devono essere distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie, quali:

- il numero dei poli;
 - la tensione nominale;
 - la corrente nominale;
 - il potere di interruzione simmetrico;
 - il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello).
- Comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per far sì che l'interruttore sia funzionante.

I corpi illuminanti devono essere valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità. Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori necessari per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I frutti elettrici di qualsiasi tipo devono essere valutati a numero di frutto montato. Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio, che devono essere valutati a numero.

87.4 *Opere di assistenza agli impianti*

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce per la posa di tubazioni, cassette di derivazione, ecc., per impianti idrico-sanitarii, elettrici, di riscaldamento, climatizzazione, ecc.;
- predisposizione e formazione di fori e nicchie per quadri elettrici, collettori, ecc.;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie;
- fissaggio di apparecchiature ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- materiali di consumo e mezzi d'opera occorrenti per l'esecuzione degli impianti;
- trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterri relativi a tubazioni o apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni.

87.5 *Impianti d'ascensore*

Gli impianti d'ascensore devono essere valutati a corpo per ciascun impianto.

Art. 88. Noleggi

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

È a carico esclusivo dell'appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

I prezzi di noleggio di meccanismi, in genere si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione del committente, e, cioè, anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro. In ogni altra condizione di cose, si applica il prezzo stabilito per meccanismi in riposo, anche durante il tempo impiegato per scaldare i meccanismi, portandoli a regime.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio e allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro.

Art. 89. Manodopera

Gli operai per l'esecuzione dei lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

Art. 90. 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.

COMUNE DI GENOVA

REPERTORIO n.

Appalto fra il Comune di Genova e l'Appaltatore SOCIETÀ'
per l'affidamento della progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori di "REALIZZAZIONE ASCENSORE PER ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE SCUOLA CANTORE LOMELLINI IN CORSO DE STEFANIS 56 (GE)"

REPUBBLICA ITALIANA

L'anno duemila....., il giorno (.....) del mese di, in una delle sale del Palazzo Comunale, posto in Via Garibaldi al civico numero nove

INNANZI A ME - - Segretario Generale del Comune di Genova

sono comparsi

PER UNA PARTE - il COMUNE DI GENOVA, nella veste di stazione appaltante, con sede in Genova, Via Garibaldi n. 9, Codice Fiscale 00856930102, rappresentato da, nat. a il e domiciliat... presso la sede del Comune, nella qualità di Dirigente della Direzione

E PER L'ALTRA PARTE - l'Appaltatore SOCIETÀ', di seguito per brevità denominata imprese o Appaltatore, con sede a, in - C.A.P. - Codice Fiscale e numero di iscrizione al Registro delle Imprese presso la Camera di Commercio Industria Artigianato Agricoltura di Genova n. rappresentata dal Signor

..... nato a il e domiciliato presso la sede dell'Impresa in qualità di

(in alternativa in caso di procura)

e domiciliato presso la sede dell'appaltatore in qualità di Procuratore Speciale / Generale, munito degli idonei poteri a quanto infra in forza di Procura Speciale / Gene-

rale autenticata nella firma dal / a rogito Dott., Notaio in , iscritto presso il Collegio dei Distretti Notarili Riuniti di, in data, Repertorio n. ... - Raccolta n., registrato all'Agenzia delle Entrate di al n. Serie .., che, in copia su supporto informatico conforme all'originale del documento su supporto cartaceo ai sensi dell'articolo 23 del D.Lgs. n. 82/2005, debitamente bollato, si allega sotto la lettera "A" perché ne formi parte integrante e sostanziale;

(in alternativa in caso di aggiudicazione a un raggruppamento temporaneo d'impres)

- tale appaltatore ..., compare nel presente atto in proprio e in qualità di Capogruppo mandataria del Raggruppamento Temporaneo tra le Imprese:

....., come sopra costituita per una quota di con sede in, via C.A.P. codice fiscale e numero d'iscrizione al Registro delle Imprese presso la Camera di Commercio Industria Artigianato Agricoltura di numero in qualità di mandante per una quota di ;

- tale costituitasi ai sensi della vigente normativa con contratto di mandato collettivo speciale, gratuito, irrevocabile con rappresentanza a Rogito/autenticato nelle firme dal Dottor Notaio in, in data, Repertorio n. ..., Raccolta n., registrato all'Ufficio di Registro di in data al n.- Serie .., che, in copia su supporto informatico conforme all'originale del documento su supporto cartaceo ai sensi dell'articolo 23 del D.Lgs. n. 82/2005, debitamente bollato, si allega sotto la lettera "...” perché ne formi parte integrante e sostanziale;

tale appaltatore compare nel presente atto in proprio e in qualità di Capogruppo mandataria del Raggruppamento Temporaneo tra le Imprese:

Detti componenti della cui identità personale e poteri io Ufficiale Rogante sono certo;

PREMETTONO

- che con determinazione dirigenziale della Direzionen. adottata in data, l'Amministrazione Comunale ha stabilito di procedere, mediante esperimento di procedura negoziata su piattaforma telematica, ai sensi del combinato disposto di cui agli artt. 58 e 36 del D.Lgs. 18.04.2016 n.50 - "Codice dei contratti pubblici", di seguito Codice, al conferimento in appalto della progettazione esecutiva e dell'esecuzione dei lavori di cui in epigrafe per un importo complessivo di Euro 132.011,75 di cui: Euro 5.000,00 per "progettazione esecutiva" (importo soggetto a ribasso), Euro 5.715,82 per oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza già predefiniti ed Euro 8.903,63 per opere in economia entrambi non soggetti a ribasso.

- che le categorie richieste dal Bando di gara sono la OG1 per Euro 57.267,22 (cinq-
quantasettemiladuecentosessantasette/22),

OS18A per Euro 37.170,78 (trentasettemilacentosettanta/78), OS4 per Euro 32.573,75 (trentaduemilacinquecentosettantatre/75);

- che la procedura di gara si è regolarmente svolta come riportato nei verbali Cronologico n. ... del, n. del, e n. del

- che con Determinazione Dirigenziale della Direzione adottata in data, esecutiva ai sensi di legge, il Comune ha aggiudicato definitivamente l'appalto di cui trattasi all'impresa, con il ribasso percentuale offerto, pari al% (.....),

- che l'Impresa, è in possesso di attestazione SOA n. con validità

.... fino al

..... per la/le categoria/e OG.../OS... classe ... e nei suoi confronti è stato emesso

D.U.R.C. regolare con scadenza in data

- che sono stati compiuti gli adempimenti di cui all'art. 76, comma 5, lettera a),

del Codice e che sono decorsi almeno trentacinque giorni dall'invio dell'ultima di

tali comunicazioni.

Quanto sopra premesso e confermato quale parte integrante del presente atto, le Par-

ti, come sopra costituite, convengono e stipulano quanto segue.

TITOLO I - DISPOSIZIONI GENERALI

Articolo 1. Oggetto del contratto.

1. Il Comune di Genova affida in appalto, all'Appaltatore, che accetta senza riserva

alcuna, la progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori di "REALIZZAZIONE

ASCENSORE PER ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE

SCUOLA CANTORE LOMELLINI IN CORSO DE STEFANIS 56 (GE)"

Il Comune di Genova prende atto che la progettazione esecutiva dei suddetti lavori

verrà eseguita da professionisti interni alla compagine dell'appaltatore/ esterni alla

compagine dell'appaltatore ossia dall'Ing/arch. nat.. a

il iscritto all'ordine degli al numero

.... come espressamente indicato dall'Appaltatore in sede di offerta.

L'appaltatore assicura che il/i progettista/i suindicato/i procederà/anno alla redazio-

ne del progetto esecutivo e l'Appaltatore stesso all'esecuzione dei lavori, alle condi-

zioni di cui al presente contratto e agli atti a questo allegati o da questo richiamati.

2. L'Appaltatore si obbliga, entro il termine essenziale di 20 giorni naturali successivi e continui decorrenti dalla stipulazione del presente contratto, a presentare al responsabile del procedimento il progetto esecutivo dei lavori.

Il responsabile del procedimento, nel termine di 5 (cinque) giorni decorrenti dalla presentazione del progetto, provvederà all'esame del progetto stesso chiedendo, se del caso, le specificazioni ritenute opportune e/o le integrazioni oggettivamente necessarie, alle quali l'appaltatore dovrà provvedere, entro 5 (cinque) giorni dalla richiesta.

Il progetto esecutivo verrà approvato dal Comune di Genova entro il successivo termine di 10 (dieci) giorni.

In caso di ritardo nella consegna del progetto esecutivo verrà applicata la penale giornaliera, pari all'1 (uno) per mille dell'importo contrattuale, salvo il diritto di risolvere il contratto da parte del Comune ai sensi di quanto previsto all'articolo 108 del Codice.

L'Appaltatore/L'Appaltatore tramite il progettista esterno dovrà realizzare il progetto esecutivo nel pieno rispetto delle qualità e delle quantità delle lavorazioni previste nel progetto definitivo, nonché dell'offerta economica presentata in sede di gara, nella quale si riterranno sempre comunque compensate tutte le spese che l'Appaltatore dovrà affrontare per soddisfare tutti gli obblighi e gli oneri generali e speciali previsti a carico dell'Appaltatore stesso dal contratto e dal Capitolato Speciale.

Qualora il progetto esecutivo redatto dall'Appaltatore/dall'Appaltatore tramite il progettista esterno non sia ritenuto meritevole di approvazione, il presente contratto è risolto per inadempimento dell'appaltatore, con conseguente incameramento della cauzione prestata (art. 108 Codice).

In ogni altro caso di mancata approvazione del progetto esecutivo, non per colpa

dell'appaltatore, il Comune di Genova recede dal contratto e, per analogia, verranno applicati i criteri di cui all'art. 5 comma 12 del regolamento ministeriale n. 49/2018.

2. L'appaltatore si impegna all'esecuzione dei lavori di cui sopra alle condizioni di cui al presente contratto e agli atti a questo allegati o da questo richiamati, nonché a quelle contenute nell'offerta tecnica.

3. S'intendono espressamente richiamate le norme legislative e le altre disposizioni vigenti al momento di indizione del bando di gara relativo al presente affidamento ossia alla data del e in particolare il Codice, il D.P.R. n. 207/2010 di seguito Regolamento, il D.M. n. 145/2000 per quanto ancora vigenti e il D.M. n. 49/2018.

Articolo 2. Capitolato d'Appalto.

1. L'appalto è conferito e accettato sotto l'osservanza piena, assoluta, inderogabile e inscindibile del presente contratto e dalle previsioni delle tavole grafiche progettuali depositate agli atti della Direzione..... e dal Capitolato Speciale d'Appalto unito alla determinazione dirigenziale della Direzione suindicata n. adottata in data che ha approvato il progetto definitivo, nonché alle condizioni di cui alla determinazione dirigenziale di aggiudicazione definitiva di cui alle premesse, che qui s'intendono integralmente riportate e trascritte con rinuncia a qualsiasi contraria eccezione e che le Parti dichiarano di conoscere avendone sottoscritto, per accettazione con firma digitale, copia su supporto informatico che, sottoscritta digitalmente anche da me Ufficiale Rogante, qui si allega sotto la lettera "...” affinché formi parte integrante e sostanziale del presente atto.

2. L'appaltatore dà atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della documentazione, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e ogni altra circostanza che interessi i lavori, che consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

3. Sono estranei al contratto e non ne costituiscono in alcun modo riferimento negoziale il computo metrico estimativo e il computo metrico allegati al progetto.

Articolo 3. Ammontare del contratto.

1. L'importo contrattuale, al netto dell'I.V.A. e fatta salva la liquidazione finale, ammonta a EURO (.....), comprensivo di Euro (.....) per la progettazione esecutiva, di cui Euro quali oneri di sicurezza ed Euro quali opere in economia. I lavori in economia, a termini di contratto, non danno luogo ad una valutazione a misura, ma sono inseriti nella contabilità secondo i prezzi di elenco per l'importo delle somministrazioni al netto del ribasso d'asta, per quanto riguarda i materiali. Per la mano d'opera, i trasporti ed i noli, sono liquidati secondo le tariffe locali vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori, incrementati di spese generali e utili di impresa e con l'applicazione del ribasso d'asta esclusivamente su questi ultimi due addendi.

2. Il contratto è stipulato "a misura"

TITOLO II - RAPPORTI TRA LE PARTI

Articolo 4. Termini per l'inizio e l'ultimazione dei lavori.

1. I lavori devono essere consegnati dal Direttore dei Lavori, previa autorizzazione del Responsabile del Procedimento, entro il termine di giorni 45 (quarantacinque) dall'avvenuta approvazione della progettazione esecutiva

2. Il tempo utile per ultimare tutti i lavori in appalto è fissato in giorni 90 (novanta) naturali, successivi e continui decorrenti dalla data del verbale di consegna lavori.

Articolo 5. Penale per i ritardi.

1. Nel caso di mancato rispetto dei termini indicati per la consegna del progetto esecutivo, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori è

applicata una penale pari all'1‰ (uno per mille) dell'importo contrattuale corrispondente a Euro (.....).

2. Nel caso di mancato rispetto del termine indicato per l'esecuzione delle opere, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori è applicata una penale pari all'1‰ (uno per mille) dell'importo contrattuale corrispondente a Euro (.....).

3. La penale, con l'applicazione della stessa aliquota di cui al comma 1 e con le modalità previste dal Capitolato Speciale d'Appalto, trova applicazione anche in caso di ritardo nell'inizio dei lavori, nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione. La misura complessiva della penale non può superare il 10% (dieci per cento). In tal caso la Civica Amministrazione ha la facoltà di risolvere il contratto in danno dell'appaltatore.

Articolo 6. Penali risarcitorie.

Nel caso di mancato rispetto di quanto offerto in sede di gara si applicheranno le seguenti penali:

- per ogni miglioria offerta in fase di gara, ma non realizzata o realizzata solo parzialmente, verrà applicata, in luogo di una penale per ritardo, una penale risarcitoria pari a Euro 300,00 (trecento/00) per ogni punto ottenuto nella valutazione di quella stessa miglioria in fase di gara.

In relazione a quanto previsto dal precedente art. 5 comma 2, l'applicazione delle penali di cui al presente articolo non obbliga comunque la Civica Amministrazione a risolvere il presente contratto.

Articolo 7. Sospensioni o riprese dei lavori.

1. È ammessa la sospensione dei lavori per il tempo necessario a farne cessare le cause, nei casi e nei modi stabiliti dall'art. 107 del Codice e con le modalità di cui all'art 10 del D.M. n. 49/2018.

2. Clausola penale: nel caso di sospensioni totali o parziali dei lavori disposte per cause diverse da quelle di cui ai commi 1, 2 e 4 dell'articolo 107 del codice, il risarcimento dovuto all'esecutore sarà quantificato sulla base dei criteri di cui all'art 10 comma 2 lettere a) b) c) e d) D.M. n. 49/2018.

Articolo 8. Direzione di cantiere.

1. La Direzione del cantiere ai sensi dell'articolo 6 del D. M. n. 145/2000 è assunta dal Sig..... nato a, il, in qualità di Direttore Tecnico di cantiere, abilitato secondo le previsioni del Capitolato Speciale in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire.

L'assunzione della Direzione di Cantiere da parte del Direttore Tecnico avviene mediante incarico conferito da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere. L'appaltatore s'impegna a comunicare tempestivamente alla Direzione lavori le eventuali modifiche del nominativo di cantiere.

2. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori. Il direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'appaltatore per indisciplinazione o grave negligenza. L'appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.

3. L'appaltatore medesimo deve osservare le norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, sicurezza, salute, assicurazione e assistenza dei lavoratori.

Articolo 9. Invariabilità del corrispettivo.

1. Non è prevista alcuna revisione dei prezzi e non trova applicazione l'articolo 1664, primo comma, del Codice Civile, salvo quanto disposto dall'articolo 106, comma 1 lettera a) del Codice.

Articolo 10. Pagamenti in acconto e pagamenti a saldo.

1. Ai sensi dell'art. 35 comma 18 del Codice, è prevista la corresponsione in favore dell'appaltatore di un'anticipazione pari al 20% (ventipercento) del valore del contratto di appalto, pari a Euro (.....).

2. All'appaltatore saranno corrisposti pagamenti in acconto in ragione dell'effettivo andamento dei lavori ogni 60 (sessanta) giorni qualunque ne sia il loro ammontare con le modalità di cui agli artt.13 e 14 del D.M. n. 49/2018, al netto della ritenuta dello 0,50% di cui all'articolo 30 comma 5 bis del Codice.

La persona abilitata a sottoscrivere i documenti contabili è il Signor di cui ante. L'appaltatore è obbligato a emettere fattura elettronica; in caso di mancato adempimento a tale obbligo il Comune di Genova non potrà liquidare i corrispettivi dovuti e rigetterà le fatture elettroniche pervenute qualora non contengano i seguenti dati: il numero d'ordine qualora indicato dalla Civica Amministrazione, il numero di C.I.G. (C.U.P. se previsto) e il codice IPA che verrà prontamente comunicato dalla stessa Civica Amministrazione. Quest'ultimo codice potrà essere modificato in corso di esecuzione del contratto, l'eventuale modifica verrà prontamente comunicata al fornitore via PEC. Le parti stabiliscono che i pagamenti relativi dovranno essere effettuati dal Comune entro i termini di:

- 45 giorni dalla maturazione dello stato di avanzamento per l'emissione del certificato di pagamento;

- 30 giorni dall'emissione del certificato di pagamento per l'ordine di pagamento.

Ciascun pagamento sia nei confronti dell'appaltatore che degli eventuali subappaltatori, sarà subordinato alla verifica della regolarità del Documento Unico di Regolarità Contributiva (D.U.R.C.).

Il pagamento della prima rata di acconto relativa all'importo del 100% della progettazione esecutiva verrà effettuato direttamente al Progettista Esecutivo, secondo quanto previsto dalla Legge 55/2019, sulla base dell'importo offerto, previa approvazione del progetto esecutivo, entro 30 giorni dalla consegna dei lavori.

In caso di inadempienza contributiva e/o ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente dell'esecutore o del subappaltatore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, si applicano le disposizioni di cui all'articolo 30, commi 5 e 6 del Codice. Il Comune di Genova corrisponde direttamente al subappaltatore, l'importo dovuto per le prestazioni dallo stesso eseguite nei casi previsti dall'art. 105 comma 13 del Codice, con le stesse modalità sopra riportate relative ai pagamenti dell'appaltatore. Qualora i lavori rimangano sospesi per un periodo superiore a 45 (quarantacinque) giorni, per cause non dipendenti dall'appaltatore e comunque non imputabili al medesimo, l'appaltatore può chiedere e ottenere che si provveda alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento.

Al termine dei lavori, entro 45 giorni successivi alla redazione del Certificato di ultimazione dei lavori, il Direttore dei lavori compila lo stato finale dei lavori.

Il certificato di pagamento relativo alla rata di saldo è rilasciato dal R.U.P. all'esito positivo del collaudo ai sensi dell'art. 113-bis comma 3 del Codice.

Il pagamento della rata di saldo è comunque subordinato alla costituzione di una cauzione o garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa ai sensi dell'art. 103 comma 6 del Codice. Nel caso di pagamenti d'importo superiore a cinquemila euro, la Civica Amministrazione, prima di effettuare il pagamento a favore del beneficiario, provvederà a una specifica verifica, ai sensi di quanto disposto dall'art. 4 del D.M.E. e F. n. 40 del 18 gennaio 2008.

3. Ai sensi e per gli effetti del comma 5 dell'articolo 3 della Legge n. 136/2010 e s.m.i. il C.U.P. dell'intervento è B35B18010330004 e il C.I.G. attribuito alla gara è 8149206986.

I pagamenti saranno effettuati mediante l'emissione di bonifico bancario presso l'Istituto bancario Banca "....." – Agenzia di - Codice IBAN IT dedicato anche in via non esclusiva alle commesse pubbliche, ai sensi del comma 1 dell'art. 3 della Legge n. 136/2010 e s.m.i.

Le persone titolari o delegate a operare sul suddetto conto bancario sono il Signor di cui ante - Codice Fiscale

Tutti i movimenti finanziari relativi al presente appalto devono essere registrati sui conti correnti dedicati anche in via non esclusiva e, salvo quanto previsto al comma 3 dell'art. 3 della Legge n. 136/2010 e s.m.i., devono essere effettuati esclusivamente tramite lo strumento del bonifico bancario o postale o con altri strumenti di incasso o di pagamento idonei a garantire la piena tracciabilità delle operazioni. In particolare i pagamenti destinati ai dipendenti, consulenti e fornitori di beni e servizi rientranti tra le spese generali, nonché quelli destinati all'acquisto di immobilizzazioni tecniche devono essere eseguiti tramite conto corrente dedicato anche in via non esclusiva alle commesse pubbliche, per il totale dovuto, anche se non riferibile in via esclusiva alla realizzazione degli interventi. L'Impresa medesima si impegna a comunica-

re, ai sensi del comma 7 dell'art. 3 della Legge n. 136/2010 e s.m.i., entro sette giorni, al Comune eventuali modifiche degli estremi indicati e si assume espressamente tutti gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari previsti e derivanti dall'applicazione della Legge n. 136/2010 e s.m.i.

L'articolo 106 comma 13 del Codice regola la cessione di crediti già maturati. In ogni caso la Civica Amministrazione potrà opporre al cessionario tutte le eccezioni opponibili al cedente in base al presente contratto.

Art. 11. Ultimazione dei lavori.

1. L'intervenuta ultimazione dei lavori viene accertata e certificata dal Direttore dei lavori secondo le modalità previste dall'art. 12, comma 1 del Decreto. Articolo 12.

Regolare esecuzione e collaudo, gratuita manutenzione.

2. Le Parti stabiliscono che l'accertamento della regolare esecuzione dei lavori nei modi e nei termini di cui all'art. 102 del Codice, secondo le prescrizioni tecniche prestabilite e in conformità al presente contratto, avviene con l'emissione del certificato di collaudo. Le Parti convengono che detta emissione avvenga non oltre sei mesi dalla data di ultimazione delle prestazioni oggetto del contratto.

3. Il certificato di collaudo dei lavori può prevedere l'assegnazione di un termine perentorio, non superiore a sessanta giorni, per il completamento di lavorazioni di piccola entità, accertate da parte del Direttore dei lavori come del tutto marginali e non incidenti sull'uso e sulla funzionalità dei lavori.

4. L'appaltatore deve provvedere alla custodia, alla buona conservazione e alla gratuita manutenzione di tutte le opere e impianti oggetto dell'appalto fino all'approvazione degli atti di collaudo da effettuarsi entro i termini di legge; resta nella facoltà della Stazione appaltante richiedere la consegna anticipata di parte o di tutte le opere ultimate.

Articolo 13. Risoluzione del contratto e recesso della stazione appaltante.

Il Comune procederà alla risoluzione del contratto, nei casi individuati dall'art. 108

del Codice. Costituiscono comunque causa di risoluzione:

a. grave negligenza e/o frode nell'esecuzione dei lavori;

b. inadempimento alle disposizioni del Direttore dei Lavori, pregiudizievole, del rispetto dei termini di esecuzione del contratto;

c. manifesta incapacità o inidoneità nell'esecuzione dei lavori;

d. sospensione o rallentamento dei lavori, senza giustificato motivo, in misura tale da pregiudicare la realizzazione dei lavori stessi nei termini previsti dal contratto;

e. subappalto non autorizzato, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto;

f. non rispondenza dei beni forniti alle specifiche di contratto e allo

scopo dell'opera, in misura tale da pregiudicare la funzionalità dell'opera;

g. proposta motivata del coordinatore per la sicurezza nella fase esecutiva ai sensi dell'art. 92, comma 1, lettera e), del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81;

h. impiego di manodopera con modalità irregolari o ricorso a forme di intermediazione abusiva per il reclutamento della manodopera;

i. inadempimento da parte dell'appaltatore, subappaltatore o subcontraente degli obblighi di tracciabilità finanziaria di cui alla Legge n. 136/2010;

j. in caso d'inosservanza degli impegni di comunicazione alla Committenza per il successivo inoltro alla Prefettura di ogni illecita richiesta di danaro, prestazione o altra utilità nonché offerta di protezione o ogni illecita interferenza avanzata prima della gara e/o dell'affidamento ovvero nel corso dell'esecuzione dei lavori nei confronti di un proprio rappresentante, agente o dipendente, delle imprese subappaltatrici

ci e di ogni altro soggetto che intervenga a qualsiasi titolo nella realizzazione dell'intervento e di cui lo stesso venga a conoscenza;

k. in caso d'inosservanza degli impegni di comunicazione alla Prefettura, ai fini delle necessarie verifiche, dei dati relativi alle società e alle imprese, anche con riferimento agli assetti societari, di cui intende avvalersi nell'affidamento dei servizi individuati dall'art. 53 della Legge n.190/2012;

1. mancata approvazione del progetto esecutivo per fatto dell'appaltatore.

2. Fatto salvo, nei casi di risoluzione, il diritto all'escussione della garanzia prestata dall'appaltatore ai sensi dell'art.103 del Codice, l'appaltatore è sempre tenuto al risarcimento dei danni a lui imputabili.

3. Ai sensi e con le modalità di cui all'art. 109 del Codice, il Comune ha il diritto di recedere in

qualunque tempo dal contratto, previo il pagamento dei lavori eseguiti, nonché del valore dei materiali utili esistenti in cantiere e del decimo dell'importo delle opere non eseguite, calcolato sulla base del comma 2 del predetto articolo.

Articolo 14. Controversie.

1. Qualora siano iscritte riserve sui documenti contabili, trova applicazione l'art. 205 del Codice in tema di accordo bonario.

2. In ottemperanza all'art. 205 comma 2 del Codice, prima dell'approvazione del certificato di collaudo, qualunque sia l'importo delle riserve, il RUP attiva l'accordo bonario per la risoluzione delle riserve iscritte. Tutte le controversie conseguenti al mancato raggiungimento dell'accordo bonario di cui l'art. 205 del codice, saranno devolute all'Autorità Giudiziaria competente - Foro esclusivo di Genova.

TITOLO III - ADEMPIMENTI CONTRATTUALI SPECIALI

Articolo 15. Adempimenti in materia antimafia e applicazione della Convenzione S.U.A. sottoscritta tra Comune di Genova e Prefettura U.T.G. di Genova in data 22 ottobre 2018

1. L'appaltatore ha proceduto a sottoscrivere per integrale accettazione la convenzione SUA tra dal Comune di Genova e Prefettura di Genova del 22 ottobre 2018 e ad accettare integralmente mediante sottoscrizione il documento contenente le clausole di legalità allegato agli atti di gara.

2. L'appaltatore ha dichiarato di non trovarsi in situazioni di controllo o di collegamento con altri concorrenti o in una qualsiasi relazione, anche di fatto, che abbia comportato che le offerte siano imputabili a un unico centro decisionale e di non essersi accordato o di non accordarsi con altri partecipanti alla gara.

3. L'appaltatore s'impegna a denunciare e assume l'obbligo di effettuare comunicazione alla Prefettura di ogni illecita richiesta di danaro, prestazione o altra utilità nonché offerta di protezione o ogni illecita interferenza avanzata prima della gara e/o dell'affidamento ovvero nel corso dell'esecuzione dei lavori nei confronti di un proprio rappresentante, agente o dipendente, delle imprese subappaltatrici e di ogni altro soggetto che intervenga a qualsiasi titolo nella realizzazione dell'intervento e di cui lo stesso venga a conoscenza.

Articolo 16. Sicurezza e salute dei lavoratori nel cantiere.

L'Appaltatore, tenuto conto della tipologia di affidamento che comprende la progettazione esecutiva, depositerà presso la stazione appaltante:

a) il documento di valutazione dei rischi di cui all'art. 17, comma 1, lettera a), del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, redatto secondo le prescrizioni di cui all'articolo 28 del medesimo Decreto;

b) un proprio piano operativo di sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relativa responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, quale piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento di cui al successivo capoverso.

La stazione appaltante ha messo a disposizione il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'art. 100 del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, predisposto da..... in data, del quale l'appaltatore si assume ogni onere e obbligo.

2. Il piano di sicurezza e di coordinamento di cui al precedente capoverso, il piano operativo di sicurezza di cui alla lettera b), formano parte integrante e sostanziale del presente contratto d'appalto, pur non essendo allo stesso materialmente allegati.

Articolo 17. Subappalto.

1. Il contratto non può essere ceduto, a pena di nullità.

La sostituzione del contraente, nei casi previsti dalla lettera d) comma 1 dell'art. 106 del Codice, e previa verifica del possesso dei requisiti generali e speciali deve essere autorizzata dalla Stazione appaltante e non configura cessione di contratto.

2. I lavori che l'Appaltatore, ha indicato in sede di offerta di subappaltare, nel rispetto dell'art. 105 del codice, riguardano le seguenti attività facenti parte della Categoria prevalente:

..... nei limiti del ...% del suo importo; le seguenti attività facenti parte della categoria scorporabile (S.I.O.S.) nei limiti del ...% del suo importo.

Articolo 18. Garanzia fideiussoria a titolo di cauzione definitiva

1. A garanzia degli impegni assunti con il presente contratto o previsti negli atti da questo richiamati, l'Appaltatore, ha prestato apposita garanzia fidejussoria (cauzione definitiva) mediante polizza fidejussoria rilasciata da "....." - - numero

..... emessa in data per l'importo di Euro (.....), pari al%

(.....) dell'importo del presente contratto, ridotto nella misura del ...% e di un ulteriore ...% ai sensi degli art. 103 e 93 comma del codice, avente validità fino alla data di emissione del certificato di collaudo e in ogni caso fino al decorso di 12 (dodici) mesi dalla data di ultimazione lavori risultante dal relativo certificato.

2. La garanzia deve essere integrata ogni volta che la stazione appaltante abbia proceduto alla sua escussione, anche parziale, ai sensi del presente contratto.

Articolo 19. Responsabilità verso terzi e assicurazione.

1. L'appaltatore, come sopra costituito e nell'anzidetta qualità, assume la responsabilità di danni arrecati a persone e cose in conseguenza dell'esecuzione dei lavori e delle attività connesse, nonché a quelli che essa dovesse arrecare a terzi, sollevando il Comune di Genova da ogni responsabilità al riguardo.

2. Ai sensi e per gli effetti dell'art. 103 comma 7 del Codice, l'appaltatore s'impegna a stipulare polizza assicurativa che tenga indenne il Comune dai rischi derivanti dall'esecuzione dei lavori a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, con una somma assicurata pari a Euro e che preveda una garanzia per responsabilità civile verso terzi per un massimale di Euro

Detta polizza è emessa in applicazione dello schema tipo 2.3 di cui al D.M. 12 marzo 2004 n. 123. Qualora per il mancato rispetto anche di una sola delle condizioni di cui all'art. 2, lettere c) ed e), ed articolo 10, lettere a) e c) del suddetto schema contrattuale, la garanzia della polizza assicurativa per i danni da esecuzione non sia operante, l'appaltatore sarà direttamente responsabile nei confronti del Comune per i danni da questo subiti in dipendenza dell'esecuzione del contratto d'appalto.

3. L'appaltatore si impegna a mantenere viva la polizza del progettista per errori od omissioni progettuali sino al collaudo.

TITOLO IV - DISPOSIZIONI FINALI

Articolo 20. Documenti che fanno parte del contratto.

1. Fanno parte integrante del presente contratto, sebbene non allegati in quanto non materialmente e fisicamente uniti al medesimo, ma depositati agli atti del Comune di Genova, avendone comunque le Parti presa diretta conoscenza e accettandoli integralmente, i seguenti documenti:

- il Capitolato Generale d'Appalto approvato con D.M. 19 aprile 2000 n. 145 per quanto ancora vigente;

- tutti gli elaborati grafici progettuali elencati nel Capitolato Speciale d'Appalto;

- il progetto definitivo posto a base di gara;

- i piani di sicurezza previsti dall'art. 15 del presente contratto;

- la Convenzione S.U.A. sottoscritta tra il Comune di Genova e la prefettura UTG di Genova in data 22 ottobre 2018.

Articolo 21. Elezione del domicilio.

1. Ai sensi dell'art. 2 comma 1 del D.M. n. 145/2000 l'Impresa, elegge domicilio in Genova presso

Articolo 22. Spese di contratto, imposte, tasse e trattamento fiscale.

1. Tutte le spese alle quali darà luogo il presente atto, inerenti e conseguenti (imposte, tasse, diritti di segreteria ecc.), comprese quelle occorse per la procedura di gara svoltasi nelle date sono a carico dell'Impresa che vi si obbliga.

2. Sono altresì a carico dell'appaltatore tutte le spese di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dal giorno della consegna a quello della data di emissione del certificato di regolare esecuzione.

3. Ai fini fiscali si dichiara che i lavori di cui al presente contratto sono soggetti all'imposta sul valore aggiunto, per cui si richiede la registrazione in misura fissa ai sensi dell'art. 40 del D.P.R. 26 aprile 1986 n. 131.

4. L'imposta sul valore aggiunto, alle aliquote di legge, è a carico della stazione appaltante.

5. Tutti gli allegati in formato digitale al presente atto o i documenti richiamati in quanto depositati presso gli Uffici comunali, sono da intendersi quale parte integrante e sostanziale di esso e, le Parti, avendone piena conoscenza, col mio consenso, mi dispensano di darne lettura.

Richiesto io, Ufficiale Rogante del Comune ho ricevuto il presente atto che consta in numero pagine e parte della da me redatto su supporto informatico non modificabile e letto, mediante l'uso e il controllo personale degli strumenti informatici, alle Parti comparenti, le quali lo approvano e sottoscrivono digitalmente.

Dopo di che io Ufficiale Rogante ho apposto la mia firma digitale alla presenza delle Parti.

Per il Comune di Genova

Per l'Impresa

Ufficiale Rogante

(atto sottoscritto digitalmente)