



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SALERNO

AREA VI - Risorse Strumentali - Uffici Tecnici

Via Giovanni Paolo II, 132 - 84084 Fisciano (SA)

Sito web: www.unisa.it

PEC: ammicent@pec.unisa.it

Telef.: 089*966032 Fax: 089*966252

C.F. 80018670655 P.IVA 00851300657

ACCORDO QUADRO RELATIVO AGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE DEL CAMPO SPORTIVO "P. VITTORIA" SITO NEL COMUNE DI FISCIANO E DEI COMPLESSI RESIDENZIALI DEL CAMPUS UNIVERSITARIO DI FISCIANO (SA) A SUPPORTO DELLA "UNIVERSIADE ESTIVA NAPOLI 2019"

Progetto:

Arch. Vincenzo Paolillo
Ing. Gennaro Di Bonito
Ing. Alessandro Vitale
Ing. Michele Petrocelli

Stime e Computi:

Geom. Giovanni Soldà
Pl. Giovanni D'Aniello

Responsabile del Procedimento:

Arch. Rocco Petrone

TAVOLA	DESCRIZIONE ELABORATO	SCALA
05	DISCIPLINARE TECNICO	

REV. N	DATA	MOTIVO DELLA EMISSIONE	ELABORATO

RIF. PRATICA:	VERIFICA PROGETTO (art. 26 D.Lgs. 50/2016)
	UNITA' DI VERIFICA:

DATA:

**ACCORDO QUADRO PER LA DURATA MASSIMA DI 10 MESI
RELATIVO AGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE DEL CAMPO
SPORTIVO "P.VITTORIA" SITO NEL COMUNE DI FISCIANO E DEI
COMPLESSI RESIDENZIALI DEL CAMPUS UNIVERSITARIO DI
FISCIANO (SA) A SUPPORTO DELLA "UNIVERSIADE ESTIVA
NAPOLI 2019".**

**DISCIPLINARE TECNICO
DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE**

Capitolo 1 - NORME SULL'ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	5
ART.1. Requisiti e accettazione	5
ART.2. Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali	5
ART.3. Impiego di materiali o componenti di minor pregio	5
ART.4. Materiali riciclati	5
ART.5. Norme di riferimento	5
ART.6. Provvista dei materiali	6
ART.7. Sostituzione della provenienza dei materiali previsti in contratto	6
ART.8. Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche	6
ART.9. Materiali di risulta	6
ART.10. Sostituzione di materiali o impianti previsti	7
Capitolo 2 - MATERIALI E PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONI SPORTIVE	7
ART.11. Preparazione dei piani di posa su base asfaltica – pavimentazione sportiva	7
ART.12. Test preventivi ed in corso d'opera – pavimentazione sportiva	9
ART.13. Test finali – pavimentazione sportiva	9
Capitolo 3 - MATERIALI COMPLETAMENTO ED IMPIANTISTICI	11
ART.14. Gesso ed elementi in gesso	11
ART.15. Calci	11
ART.16. Laterizi	11
ART.17. Manufatti di pietre naturali o ricostruite	12
ART.18. Prodotti per pavimentazione e controsoffitti	15
ART.19. Prodotti per rivestimenti interni ed esterni	28
ART.20. Sigillanti, adesivi e geotessili	32
ART.21. Prodotti e materiali per pareti esterne e partizioni interne	36
ART.22. Prodotti per coperture discontinue (a falda)	38
ART.23. Impermeabilizzazioni e coperture piane	44
ART.24. Vetri	49
ART.25. Infissi in legno ed in metallo	51
ART.26. Prodotti per assorbimento acustico	58
ART.27. Prodotti per isolamento acustico	60
ART.28. Apparecchi sanitari	61
ART.29. Rubinetti sanitari	64
ART.30. Scarichi degli apparecchi sanitari	66
ART.31. Tubazioni gli impianti di adduzione dell'acqua e gas, fognature, ecc.	67
Capitolo 4 - - MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE	81
ART.32. Osservanza di leggi e di norme tecniche	81
ART.33. Demolizioni	82
ART.34. Scavi e sbancamenti in generale	85
ART.35. Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi	88
ART.36. Riparazione di sottoservizi	88
ART.37. Rilevati e rinterri	88
ART.38. Paratie e diaframmi	89
ART.39. Fondazioni dirette	91
ART.40. Pali di fondazione	91
ART.41. Opere e strutture di muratura	104
ART.42. Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo	109
ART.43. Esecuzione di opere in cemento armato precompresso	119
ART.44. Armature degli elementi strutturali in cemento armato	122
ART.45. Solai misti di c.a. e c.a.p. e blocchi forati in laterizio	125
ART.46. Esecuzione di strutture in legno	127
ART.47. Regole di esecuzione per le strutture in acciaio	129
ART.48. Solai in ferro e tavelloni	134
ART.49. Esecuzione coperture continue (piane)	135
ART.50. Esecuzione coperture discontinue (a falda)	139
ART.51. Opere di impermeabilizzazione	141
ART.52. Esecuzione delle pareti esterne e partizioni interne	143
ART.53. Intonaci	146
ART.54. Opere di vetratura e serramentistica	146
ART.55. Esecuzione delle pavimentazioni	148

ART.56.	Opere di rifinitura varie _____	152
ART.57.	Giunti di dilatazione _____	155
Capitolo 5 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI IDRICI E FOGNARI		157
ART.58.	Sistemi di collegamento alle strutture _____	157
ART.59.	Impianti idrico-sanitari _____	157
Capitolo 6 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI		174
Normativa tecnica		174
Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici		176
Proiettore LED 24000 lm Power supply unit - Symmetrical - Alluminio ALU		180
quadro BT componibile per distribuzione SECONDARIA		185
Interruttori automatici modulari magnetotermici o magnetotermico-differenziali		191
Interruttori non automatici modulari		195
Contattori		197
Spie luminose		199
Trasformatore di corrente		202
Strumenti di misura analogici		204
Fusibile bt		206
Relè per automazione, allarme, e comando		209
Passerelle metalliche in acciaio zincato		215
Tubazioni in PVC rigido		219
Tubazione in PVC flessibile		222
Tubazioni corrugate per posa interrata in PEAD		224
Pozzetto interrato di transito e derivazione in pvc		227
Cassette di derivazione in esecuzione sporgente		229
Cavidotto in PVC per canalizzazioni interrate		231
Cavi isolati in EPR sotto guaina di PVC tipo FG16(O)R16 e FG16(O)M16		234
Cavi isolati in PVC tipo N07V-K		236
Cavi BT per distribuzione di energia e/o segnalamento - comando resistenti al fuoco		238
Cavi MT per distribuzione di energia con isolamento G7		240
COMPONENTISTICA per l'utilizzazione dell'ENERGIA		243
Plafoniera sporgente stagna IP65 con lampade fluorescenti tubolari e reattore elettronico		246
Capitolo 6 - OPERE FOGNARIE, ILLUMINAZIONE E STRADALI		249
ART.60.	Scavi trincee, coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette per posa tubazioni _____	249
ART.61.	Letto di posa per tubazioni _____	251
ART.62.	Modalità esecutive per la posa in opera di tubazioni _____	252
ART.63.	Rinterro delle tubazioni _____	254
ART.64.	Opere d'arte _____	257
ART.65.	Impianti elettrici in generale _____	266
ART.66.	Cavidotti _____	267
ART.67.	Pozzetti _____	269

ART.68.	Blocchi di fondazioni - Pali di sostegno	270
ART.69.	Linee per energia elettrica	271
ART.70.	Cassette - Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti	272
ART.71.	Fornitura e posa degli apparecchi di illuminazione	272
ART.72.	Contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e protezione	274
ART.73.	Impianto di terra – Dispersori	274

Capitolo 7 - PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI 276

ART.74.	Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio	276
ART.75.	Controlli sul calcestruzzo fresco	281
ART.76.	Altri controlli sul calcestruzzo in corso d'opera	283
ART.77.	Altri controlli sul calcestruzzo indurito	284
ART.78.	Rilevazione del copriferro	290
ART.79.	Metodi di prova per acciaio per cemento armato normale precompresso	290
ART.80.	Prove non distruttive sulle murature in situ	291
ART.81.	Prove di carico sui pali di fondazione	293
ART.82.	Controlli non distruttivi sui pali di fondazione	296
ART.83.	Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio	297
ART.84.	Controllo sulle strutture in legno massiccio e lamellare	305
ART.85.	Prove sugli infissi	307

Capitolo 9 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI 309

ART.86.	Scavi	309
ART.87.	Rilevati, rinterri e vespai	311
ART.88.	Murature, calcestruzzi, solai, impermeabilizzazioni	313
ART.89.	Impianti elettrici	316
ART.90.	Tubazioni, pozzetti prefabbricati, pezzi speciali, apparecchiature e impianti	317
ART.91.	Noleggi	318
ART.92.	Manodopera	318
ART.93.	Trasporti	319

Capitolo 1 - NORME SULL'ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

ART.1. Requisiti e accettazione

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque momento 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 questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, il committente 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 del committente in sede di collaudo tecnico-amministrativo.

ART.2. 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 contabilità sarà redatta come se i materiali avessero le caratteristiche contrattuali.

ART.3. 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 una 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.4. Materiali riciclati

Per l'impiego di materiali riciclati si applicheranno le disposizioni del D.M. 8 maggio 2003, n. 203: si tratta di 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.

ART.5. Norme di riferimento

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

In assenza di nuove ed aggiornate norme, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale

d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione dei lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

ART.6. 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 trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

ART.7. Sostituzione della provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescriberne uno diverso ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso in cui il cambiamento comporterà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione del nuovo prezzo.

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 committente.

ART.8. Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatori, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori, imputando la spesa a carico del committente. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvederà al prelievo del relativo campione e alla redazione di apposito verbale di prelievo redatto alla presenza dell'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporterà espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori potrà disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.

Per le opere strutturali le verifiche tecniche dovranno essere condotte in applicazione delle Norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

ART.9. Materiali di risulta

I materiali di risulta e ritrovamenti da scavo, aventi valore commerciale spettano al committente e l'appaltatore deve immagazzinarli in apposita area del cantiere, opportunamente recintata, per il successivo ritiro, a spese del committente, entro 10 giorni dalla data di comunicazione dell'impresa.

ART.10. Sostituzione di materiali o impianti previsti

Nel caso in cui alcuni materiali o impianti, previsti con specifica indicazione della marca, nel progetto non sono reperibili sul mercato per cessata produzione o per particolari difficoltà di consegna, l'appaltatore è autorizzato alla loro sostituzione con materiali o impianti di caratteristiche equivalenti, previa comunicazione scritta, mediante raccomandata con avviso di ricevuta, al committente e da questi sottoscritta per accettazione. Se il committente non si pronuncia entro 15 giorni dalla data di ricevimento della comunicazione dell'appaltatore, la proposta di sostituzione si intende come accettata.

Capitolo 2 - MATERIALI E PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONI SPORTIVE

ART.11. Preparazione dei piani di posa su base asphaltica – pavimentazione sportiva

Proprio per garantire la massima omogeneità dello spessore di tutte le superfici sintetiche realizzate in un impianto di atletica leggera, è opportuno che i sottofondi in asfalto o calcestruzzo armato, vengano realizzati con la massima cura nel rispetto di quanto stabilito dal RTI della IAAF.

Si raccomanda al riguardo che prima dell'inizio della posa di una superficie prefabbricata, la DL, anche con il supporto del Collaudatore FIDAL, verifichi al piena rispondenza dei sottofondi a quanto previsto dal RTI.

Nei casi in cui l'Impresa realizzatrice dei sottofondi sia diversa da quella che dovrà realizzare o posare la superficie sintetica, eseguite le dovute e contestuali verifiche, si redarrà un Verbale di Accettazione dei sottofondi.

1. *Formazione di un sottofondo in "Binder" bituminoso dello spessore medio di 5/6 cm. rullato secondo pendenze (circa 1%). La miscela degli inerti dovrà presentare una curva granulometrica ad andamento continuo compreso tra i seguenti limiti:*

Setacci ASTM Apertura delle maglie in mm.	Crivelli e Setacci UNI 2334/2332 diam. in mm.		% in peso materiale passante per crivello e setaccio
1	25,4	30	100
3/4"	19,1	20	82-100
1/2"	12,0	15	65-80
3/8"	9,52	10	35-70
n.4	4,76	5	35-55
n.10	2,00	2	20-40
n.40	0,42	0,4	8-20
n.80	0,177	0,18	6-12
n.200	0,074	0,075	4-8

Il tipo di bitume sarà prescritto dalla Direzione Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e potrà essere del tipo a penetrazione 80/100 o 60/89 con indice di penetrazione compreso fra - 0,7 e + 0,7 (UNI 4163). Il tenore di bitume dovrà essere compreso fra il 4% e il 5,5% riferito al peso secco degli aggregati e tale da conferire i valori di stabilità e rigidità Marshall di seguito riportati:

la stabilità Marshall (ASTM D/1559) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare uguale o superiore a 900 kg.; inoltre il valore della rigidità Marshall dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti residui nei provini Marshall dovrà essere compresa tra 2% e 5%.

Il volume dei vuoti residui a compattazione completata, non dovrà essere inferiore al 98% del peso specifico apparente.

2. *Sul piano finito della fondazione bituminosa (Binder), dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quota, sagoma e densità, si procederà ad una accurata pulizia della superficie mediante ventilazione ed eventuale lavaggio. Si passerà quindi alla distribuzione di un velo uniforme di ancoraggio in emulsione bituminosa basica o acida al 55%, scelta in funzione delle condizioni atmosferiche ed in ragione di Kg. 0,5 per mq.*
3. *Stesura del manto di usura in conglomerato bituminoso chiuso dello spessore finito non inferiore a cm. 3 rullato secondo pendenze.*

La miscela degli inerti dovrà presentare una curvatura granulometrica ad andamento compreso fra i seguenti limiti:

Setacci ASTM Apertura delle maglie in mm.	Crivelli e Setacci UNI 2334/2332 diam. in mm.		% in peso materiale passante per crivello e setaccio
1/2"	12,7	15	100
3/8"	9,52	10	75-100
n.4	4,76	5	45-70
n.10	2,00	2	25-45
n.40	0,42	0,4	12-25
n.80	0,177	0,18	8-16
n.200	0,074	0,075	6-11

Per il tipo di bitume, valgono le stesse prescrizioni indicate per il Binder.

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati asciutti e tale da conferire i valori di stabilità e rigidità Marshall di seguito riportati: la stabilità Marshall (ASTN D/1559) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà essere di almeno 1.100 kg.

Inoltre il valore della rigidità Marshall dovrà essere in ogni caso superiore a 350.

La percentuale dei vuoti residui nei provini Marshall deve essere compresa fra il 2% e il 5%.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione, dovrà essere compresa fra 150 e 170°C, mentre quella del legante (bitume) dovrà essere compresa fra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori.

La temperatura dei conglomerati all'atto della stesura, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore ai 140°C.

- **Requisiti richiesti dal conglomerato:**

Resistenza meccanica elevatissima, capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni a cui verrà soggetta, sufficiente flessibilità per poter seguire sotto carico qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Grande compattezza; il volume dei vuoti a rullatura terminata, dovrà essere compreso tra il 3% e il 6%.

Impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su due provini Marshall in permeametro a carico costante di cm.50 d'acqua, non dovrà essere inferiore a 10./6 cm./sec.

- **Controllo requisiti di accettazione:**

L'impianto dovrà garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle in progetto.

Il tempo di mescolazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

4. *Nella stesura si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante spalmatura con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.*

La compattazione o rullatura, sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibranti-gommati con l'ausilio di rulli a tandem a ruote metalliche da 4./10 tonnellate, tali da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili, nonché di una perfetta planarità.

ART.12. Test preventivi ed in corso d'opera – pavimentazione sportiva

In considerazione degli elevati costi di realizzazione delle superfici sintetiche specialistiche e di quanto sia difficoltoso nella maggior parte dei casi, correggere eventuali difetti di realizzazione delle stesse, prima dell'avvio della finale e completa posa/realizzazione delle superfici, quale onere dell'impresa, è obbligatorio eseguire i seguenti preventivi test in sito:

- Ad avvenuta realizzazione e accettazione dei sottofondi bituminosi, su due campioni di adeguate dimensioni (60cm x 60cm) della fornitura giunta in cantiere e previo incollaggio degli stessi sul sottofondo in un tratto del rettilineo e in un punto di una delle pedane a "D" a scelta della DL o del Collaudatore, si dovranno eseguire le prove di Deformazione Verticale e di Assorbimento di Energia.

Saranno svolte verifiche dei piani quotati e dell'andamento dei lavori da parte di tecnici collaudatori FIDAL quale onere dell'impresa per attrezzature e maestranze, alle seguenti fasi:

- in fase di realizzazione del Piano Quotato di Cantiere, o a conclusione delle opere relative alla realizzazione dei cordoli di contenimento di pista e pedane e, comunque, prima di procedere alla realizzazione dei sottofondi e prima della conclusione delle opere relative agli impianti tecnologici;
- a conclusione delle opere di realizzazione dei conglomerati bituminosi;
- durante le opere di realizzazione della superficie sintetica specialistica;
- durante le opere di segnatura e targhettatura della pista e delle pedane.

ART.13. Test finali – pavimentazione sportiva

I campioni di manto, da inviare ad un Laboratorio Prove Materie Plastiche riconosciuto dalla FIDAL o dalla IAAF, quale onere dell'impresa, dovranno essere prelevati dal Collaudatore al cospetto del Direttore dei Lavori, dell'Impresa realizzatrice e/o posatrice la superficie sintetica e di un Rappresentante della Stazione Appaltante.

Il prelievo dei campioni di manto dovrà essere eseguito secondo le seguenti modalità:

- superfici prefabbricate: 1 campione di manto delle dimensioni di cm 50 x 50, direttamente prelevato dalla fornitura di manto giunta sull'impianto sportivo

Su ogni campione di manto devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- identificazione dell'impianto sportivo
- la data della posa in opera della superficie sintetica
- data di prelievo del campione di superficie sintetica
- nome della ditta che ha realizzato e/o posato la superficie sintetica
- completa denominazione commerciale del materiale prelevato.
- indicazione della tipologia del materiale, se poroso o non poroso.

Su ogni campione di manto dovranno essere effettuate le seguenti prove di rispondenza ai requisiti IAAF e FIDAL:

- Drenaggio;
- Resistenza alla Trazione ed Allungamento Percentuale a Rottura:

Per i materiali non porosi è richiesta una resistenza a trazione minima di 0,5 MPa, per quelli porosi di 0,4 MPa.

Per tutti i materiali è richiesto che l'allungamento percentuale a rottura sia almeno del 40%.

- Resistenza allo scivolamento:

Il valore del coefficiente d'attrito non deve essere minore di 0.5 su superficie bagnata.

- Riduzione della Forza (KA):

Il valore di "Riduzione della Forza" deve essere compreso tra il 35% ed il 50%, con temperature della superficie sintetica comprese tra i 10° e i 40°C.

- Deformazione Verticale (VD):

La "Deformazione Verticale" dovrà essere compresa tra valori di 0,6 mm e 2,5 mm, con temperature della superficie sintetica comprese tra i 10°C ed i 40°C. I requisiti di carattere fisico delle superfici sintetiche sono controllati secondo quanto stabilito dal Track & Field Facilities Manual della IAAF.

Si precisa che il rilascio del Certificato di Collaudo Tecnico Sportivo rilasciato dalla FIDAL rappresenta un documento imprescindibile alla corretta esecuzione dei lavori ed alla corresponsione del saldo dei lavori.

Capitolo 3 - MATERIALI COMPLETAMENTO ED IMPIANTISTICI

ART.14. Gesso ed elementi in gesso

Generalità

Il gesso è ottenuto per frantumazione, cottura e macinazione di roccia sedimentaria, di struttura cristallina, macrocristallina oppure fine, il cui costituente essenziale è il solfato di calcio biidrato ($\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$); dovrà presentarsi perfettamente asciutto, di recente cottura, di fine macinazione, privo di materie eterogenee e non alterato per estinzione spontanea.

Fornitura e conservazione

Il gesso dovrà essere fornito in sacchi sigillati di idoneo materiale, riportanti il nominativo del produttore e la qualità del gesso contenuto.

La conservazione dei sacchi di gesso dovrà essere effettuata in locali idonei e con tutti gli accorgimenti atti ad evitare degradazioni per umidità.

Norme di riferimento

Le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche del gesso in sacchi o in elementi costruttivi dovranno inoltre corrispondere alle prescrizioni della norme:

UNI EN 520	Lastre di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova.
UNI 5371	Pietra da gesso per la fabbricazione di leganti. Classificazione, prescrizioni e prove.
UNI 9154-1	Edilizia. Partizioni e rivestimenti interni. Guida per l'esecuzione mediante lastre di gesso rivestito su orditura metallica.
UNI 10718	Lastre di gesso rivestito. Definizioni, requisiti, metodi di prova.
UNI EN 12859	Blocchi di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova.
UNI EN 13279-2	Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 2: Metodi di prova.
UNI EN 14195	Componenti di intelaiature metalliche per sistemi a pannelli di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova.

ART.15. Calci

Le calci impiegate dovranno avere le caratteristiche e i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, recante norme per l'accettazione delle calci.

ART.16. Laterizi

Generalità

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

Requisiti

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione devono nella massa essere scevri da sassolini, noduli e altre impurità; avere facce lisce e spigoli regolari; presentare alla frattura

(non vetrosa) grana fine ed uniforme; dare, al colpo di martello, 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.

Controlli di accettazione

Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna ed 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 l'aggressività.

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

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 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 D.M. 14 gennaio 2008.

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 ed 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 a 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.17. Manufatti di pietre naturali o ricostruite

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 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 ed all'impiego che di essa deve farsi nella costruzione.

Tabella - Valori indicativi di tenacità

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

Tabella - Valori indicativi di resistenza a taglio

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

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 (calcarei metamorfici ricristallizzati), i calcefiri ed i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili;
- gli alabastrini calcarei;
- le serpentiniti;
- oficalciti.

Granito

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

A questa categoria appartengono:

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

Travertino

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

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 numerose rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.) e piroclastiche (peperini, tufi, ecc.); al secondo gruppo 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 ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma UNI EN 12670.

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 caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):
 - massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma UNI 9724, parte 2^a;
 - coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma UNI 9724, parte 2^a;
 - resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI 9724, parte 3^a;
 - resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI 9724, parte 5^a;
 - 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 ed 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.

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;
- modulmarmo-modulgranito.

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:

- a) masselli;
- b) binderi;
- c) cordoni.

Manufatti a spacco e sfaldo

Tra i manufatti a spacco si indicano:

- a) cubetti di porfido;
- b) smolleri;

- c) lastre di ardesia;
- d) lastre di quarzite;
- e) lastre di serpentino;
- f) lastre di beola;
- d) lastre di arenaria.

Prove d'accettazione

Per quanto non espressamente indicato, per l'accettazione dei materiali lapidei si rinvia alle prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI 9724-1** Materiali lapidei. Descrizione petrografica.
- UNI 9724-2** Materiali lapidei. Determinazione della massa volumica apparente e del coefficiente di imbibizione.
- UNI 9724-3** Materiali lapidei. Determinazione della resistenza a compressione semplice.
- UNI 9724-4** Materiali lapidei. Confezionamento sezioni sottili e lucide.
- UNI 9724-5** Materiali lapidei. Determinazione della resistenza a flessione.
- UNI 9724-6** Materiali lapidei. Determinazione della microdurezza Knoop.
- UNI 9724-7** Materiali lapidei. Determinazione della massa volumica reale e della porosità totale e accessibile.

ART.18. Prodotti per pavimentazione e controsoffitti

Generalità

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

Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; 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 fornitura alle prescrizioni secondo le norme vigenti:

a) norme 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.

UNI 8437 - Edilizia. Pavimentazioni. Classificazione in base all'isolamento dal rumore di calpestio.

b) Rivestimenti resilienti per pavimentazioni:

UNI 5574 - Pavimenti vinilici. Metodi di prova.

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 dell'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 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 composti di sughero.
- UNI EN 688** - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per agglomerati di sughero linoleum.

c) posa in opera:

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

Caratteristiche dei prodotti in legno per pavimentazione

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

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

- a)* essere della essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto esecutivo;
- b)* sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:
 - b1)* 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.
 - b2)* 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;
 - alburno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.
 - b3)* qualità III:
 - esenti da difetti che possono compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica);
 - alburno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.
- c)* avere contenuto di umidità tra il 10 ed il 15%;
- d)* tolleranze sulle dimensioni e finitura:
 - d1)* listoni: 1 mm sullo spessore; 2 mm sulla larghezza; 5 mm sulla lunghezza;
 - d2)* tavolette: 0,5 mm sullo spessore; 1,5% sulla larghezza e lunghezza;
 - d3)* mosaico, quadrotti, ecc.: 0,5 mm sullo spessore; 1,5% sulla larghezza e lunghezza;

d4) le facce a vista ed i fianchi da accertare saranno lisci.

e) 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. Per i metodi di misura valgono quelli previsti dal presente capitolato.

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

Nell'imballo un foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore e contenuto, almeno le caratteristiche di cui ai commi da a) ad e).

Per i pavimenti in sughero si applicheranno le disposizioni delle seguenti norme UNI ISO 3813 e UNI ISO 3810.

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 e sull'assorbimento d'acqua secondo la norma UNI EN 87:

a) a seconda della classe di appartenenza (secondo **UNI EN 87**) le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere alle norme illustrate in tabella 35.1. I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto, ed, in mancanza, in base ad accordi tra direzione dei lavori e fornitore.

Tabella 35.1. - Assorbimento d'acqua delle piastrelle di ceramica, con *E* in percentuale

Formatura	Gruppo I <i>E</i> ≤ 3%	Gruppo II^a 3% < <i>E</i> ≤ 6%	Gruppo II^b 6% < <i>E</i> < 10%	Gruppo III <i>E</i> > 10%
Estruse (A)	UNI EN 121	UNI EN 186	UNI EN 187	UNI EN 188
Pressate	UNI EN 176	UNI EN 177	UNI EN 178	UNI EN 159

b) per i prodotti definiti *pianelle comuni di argilla, pianelle pressate ed arrotate di argilla e mattonelle greificate* dal R.D. 16 novembre 1939 n. 334, devono inoltre essere rispettate le prescrizioni seguenti:

- resistenza all'urto 2 Nm minimo;
- resistenza alla flessione 2,5 N/mm² minimo;
- coefficiente di usura al tribometro 15 mm per 1 km di percorso.

c) per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse (norma **UNI EN 87**) per cui:

- per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alla normativa UNI EN vigente e già citata;
- per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettate dalla direzione dei lavori;

d) I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporcatura, ecc., nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima

della posa, ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

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:

- a) essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista;
- b) avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura; in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n. 4 della scala dei grigi di cui alla **UNI 5137**. Per piastrelle di forniture diverse ed in caso di contestazione vale il contrasto dell'elenco n. 3 della scala dei grigi della stessa norma **UNI 5137**.
- c) sulle dimensioni nominali ed 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.
- d) la durezza deve essere tra 75 e 85 punti di durezza Shore A;
- e) la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm³;
- f) la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli;
- g) la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984, allegato A3.1;
- h) la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alterazioni di colore prodotta dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n. 2 della scala dei grigi di cui alla **UNI 5137**. Non sono inoltre ammessi affioramenti o rigonfiamenti;
- i) 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 di quello dell'elemento N3 della scala dei grigi di cui alla **UNI 5137**. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento N2;
- j) _____;
- k) il controllo delle caratteristiche di cui ai commi da a) ad i) e _____ si intende effettuato secondo i criteri indicati dalla norma **UNI 8272**;
- l) 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.

Il foglio di accompagnamento indicherà oltre al nome del fornitore almeno le informazioni di cui ai commi da a) ad i).

Prescrizioni dei prodotti in vinile

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

UNI 5574 - Pavimenti vinilici. Metodi di prova.

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.

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.

La certificazione rilasciata dal produttore dovrà attestare la rispondenza delle caratteristiche alle norme precitate.

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 ed accettati dal direttore dei lavori.

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

Tabella - Caratteristiche significative dei prodotti di resina

Caratteristiche	Grado di significatività rispetto ai vari tipi					
	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	-	-	+	+	+	+
Nota: + significativa; - non significativa						

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.

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.

Mattonelle di cemento

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

Norme di riferimento

Le mattonelle di cemento 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.

UNI 2629 - Pietrini rettangolari di conglomerato cementizio.

Masselli di calcestruzzo

I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensione, 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 completamente 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 un singolo elemento e $\pm 3\%$ per le medie;

- la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm^2 per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm^2 per la media.

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

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

Norme di riferimento

I masselli in calcestruzzo dovranno rispondere alle seguenti norme:

UNI 9065-1 - Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Terminologia e classificazione.

UNI 9065-2 - Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Metodo di prova e di calcolo.

UNI 9065-3 - Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Limiti di accettazione.

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 ed 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., vedere la norma UNI 9379.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) ed a quanto prescritto nell'articolo 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 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 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 il coefficiente di usura al tribometro in mm.

Le forniture avverranno su pallets ed 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.

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/m^2 ;
- resistenza alla flessione: 3 N/mm^2 ;
- coefficiente di usura al tribometro: 15 m/m massimo per 1 km di percorso.

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.

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 di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

I prodotti tessili per pavimenti (moquette)

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, nontessuto).

L'appaltatore, qualora richiesto dal direttore dei lavori, dovrà fornire per i prodotti 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 protetti da appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, da agenti atmosferici ed altri agenti degradanti nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio informativo indicherà il nome del produttore, le caratteristiche costruttive e le istruzioni per la posa in opera.

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

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 poliuretanica autolivellante a due componenti, su supporto in teli prefabbricati in gomma. La finitura deve essere liscia e antisdrucciolo. Resistenza al fuoco: classe 1; spessore totale: da mm 6 a 20 mm. Il sottofondo idoneo deve essere costituito da massetti in calcestruzzo lisciato con umidità residua inferiore al 3%;
- pavimentazione poliuretanica bicomponente elastica a spessore per la realizzazione di campi da tennis, bocce ed aree ricreative.

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.
- UNI 9549** - Pavimentazioni sportive sintetiche. Determinazione della resistenza alle scarpe chiodate per atletica.
- UNI 9550** - Pavimentazioni sportive per atletica leggera. Determinazione della resistenza all'abrasione.
- UNI 9551** - Pavimentazioni sportive. Determinazione della resistenza allo scivolamento di una superficie per mezzo di un pendolo ad attrito.
- UNI 9552** - Pavimentazioni sportive. Determinazione della velocità di infiltrazione.

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.
- UNI 8298-12** - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione dello spessore.
- UNI 8298-13** - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza meccanica dei ripristini.
- 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 8636** - Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Significatività delle caratteristiche.

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.

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 predetto 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, 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.

Pavimenti sopraelevati

Generalità

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

- 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.

Strutture di sostegno

Le strutture di sopraelevazione, adatte a sostenere ogni tipo di pannello modulare, si diversificano per rispondere a varie esigenze progettuali quali ad 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:

1) Strutture portanti senza travette

Colonnine in acciaio per pavimenti particolarmente bassi consigliate per sopraelevazioni da fissare al pavimento con apposito mastice.

2) Strutture portanti con travette

Struttura con colonnine in acciaio e travette aggredibili ad incastro. Adatta a medie altezze di sopraelevazione e particolarmente indicata per sistemi di condizionamento dal basso.

3) Struttura in acciaio con travette da fissare con bullone

Struttura in acciaio con travette da fissare con bullone. La continuità elettrica deve essere conforme alle norme vigenti in materia.

4) Struttura pesante con travi tubolari passanti e travi tubolari di collegamento

Struttura pesante con travi tubolari passanti e travi tubolari di collegamento, fissate alle colonnine con vite di pressione. Tale soluzione, consigliata in presenza di carichi gravosi, 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.

Pannelli di supporto

I pannelli di supporto dei pavimenti sopraelevati possono essere realizzati in:

- 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 ed 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.

Norme di riferimento

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

UNI 10465 - Pavimenti sopraelevati modulari. Termini e definizioni.

UNI 10466 - Pavimenti sopraelevati modulari. Requisiti.

UNI 10467-1 - Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Generalità.

UNI 10467-2 - Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Misurazione delle caratteristiche geometrico-dimensionali del pannello.

UNI 10467-3 - Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Prove di carico sul modulo di pavimento.

UNI 10467-4 - Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Prove di carico sui componenti.

UNI 10467-5 - Pavimenti sopraelevati modulari. Metodi di prova. Misurazione della resistenza elettrica sul modulo di pavimento.

Controsoffitti

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 rifatti a spese dell'appaltatore.

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.

Elementi di sospensione e profili portanti

Gli organi di sospensione dei controsoffitti per solai in c.a. laterizio possono essere realizzati con diversi sistemi:

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

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati alle solette in c.a. possono essere realizzati con:

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

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

1. lamiere piane con occhielli punzonati;
2. tasselli ribaltabili;
3. 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 ed imbarcamento.

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 ed aggiunta di fibre vegetali di tipo manila o fibre minerali; eventualmente anche con l'uso di perline di polistirolo per aumentarne la leggerezza.

Le caratteristiche dovranno rispondere alle prescrizioni progettuali. Tali tipi di controsoffitti possono essere fissati mediante viti autoperforanti a 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 essere 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 pannelli e pareti del locale. A posa ultimata le superfici devono risultare perfettamente lisce e prive di asperità.

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 essere fissati, mediante viti autoperforanti, a 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 pannelli e pareti della stanza. A posa ultimata le superfici devono risultare perfettamente lisce.

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.

Controsoffitti in pannelli di fibre minerali

I controsoffitti in pannelli di fibre minerali possono essere collocati su un doppio ordito di profili 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 indicazioni del direttore dei lavori.

ART.19. Prodotti per rivestimenti interni ed esterni

Caratteristiche

Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti – facciate) ed orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. Prima dell'esecuzione degli intonaci dovranno essere rimosse le parti di muratura di supporto poco aderenti.

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 ed i rivestimenti e quanto altro richiesto dalla direzione dei lavori per definire le opere. L'intonaco non dovrà presentare scarsa aderenza al supporto, peli, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, ecc.; in tal caso, a discrezione del direttore dei lavori, dovranno essere demoliti e rifatti a spese dall'appaltatore.

I prodotti per rivestimenti si distinguono secondo:

- a) stato fisico:
 - 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.).
- b) collocazione:
 - per esterno;
 - per interno.
- c) collocazione nel sistema di rivestimento:
 - di fondo;
 - intermedi;
 - 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.

Prodotti rigidi

Piastrelle di ceramica

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

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

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. 8. Devono essere comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione dagli agenti atmosferici ed altro.

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.) ed alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte nelle norme UNI in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante ed 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, produzione di rumore tenuto anche conto dei sistemi di fissaggio al supporto.

Lastre di cartongesso

Il cartongesso è un materiale costituito da uno strato di gesso racchiuso fra due fogli di cartone speciale resistente ed 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, mentre nel caso di contropareti deve essere fissato direttamente sulla parete esistente con colla e tasselli, 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.

Lastre di fibrocemento ecologico

Il fibrocemento ecologico è composto da cemento e fibre organiche stabilizzate. I prodotti in fibrocemento vengono ottenuti da una miscela i cui componenti sono: 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 ed 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 che 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;
- imputrescibilità e inattaccabilità da parte di funghi e parassiti;
- impermeabilità all'acqua;
- permeabilità al vapore;
- elevata resistenza ai cicli gelo/disgelo;
- leggerezza;
- assenza di manutenzione.

Lastre di calcestruzzo

Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo su 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 ed 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.

Prodotti flessibili

Carte da parati

Le carte da parati devono rispettare le tolleranze dimensionali dell'1,5% sulla larghezza e 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, ecc.; inversione dei singoli teli, ecc.

Rivestimenti tessili

I rivestimenti tessili per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel punto 30.3.1 precedente, avere adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità per la posa a tensione.

Rivestimento ignifugo

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

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

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.

Prodotti fluidi o in pasta

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 e le caratteristiche seguenti:

- 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 ed 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 ed intonaci. Criteri per l'informazione tecnica.

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. 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. Si procederà quindi all'applicazione di un secondo strato di materiale, avendo cura di annegare completamente la rete.

Prodotti vernicianti

I prodotti vernicianti sono prodotti 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 od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori.

ART.20. Sigillanti, adesivi e geotessili

Sigillanti

Per sigillanti si intendono 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, 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 termo igrometrici 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.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto è conforme alle prescrizioni progettuali od alle norme:

- **UNI 9610** - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove;
- **UNI 9611** - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento, ai fini dell'accettazione il direttore potrà fare riferimento ai valori dichiarati dal produttore.

Adesivi

Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto a 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 rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi 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;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Adesivi per piastrelle

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente e aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto fino a ottenere un impasto omogeneo (assenza di grumi); l'impasto, prima dell'impiego, deve essere lasciato per qualche minuto.

Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, olii, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.

Dovrà essere evitata l'applicazione su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo, proteggere 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 rispettare i seguenti parametri meccanici:

Parametro	Valore
Resistenza a compressione [N/mm ²]	7,5
Resistenza a flessione [N/mm ²]	2
Resistenza allo strappo (adesione) [N/mm ²]	0,8

Norme di riferimento

Gli adesivi per piastrelle dovranno rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti norme:

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.

Adesivi per rivestimenti ceramici

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente e aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto fino ad ottenere un impasto omogeneo (assenza di grumi); l'impasto, prima dell'impiego, deve essere lasciato riposare per qualche minuto.

Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, olii, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.

Dovrà essere evitata l'applicazione su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo, proteggere 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

Gli adesivi per rivestimenti ceramici dovranno rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti norme:

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 10112 - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del pH.

UNI 10113 - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del residuo secco.

Metodi di prova

I metodi di prova sui requisiti 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 1066 - 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 9056 - Adesivi. Determinazione della viscosità apparente con viscosimetro a rotazione.

UNI 9059 - Adesivi. Determinazione del tempo di gelificazione di resine ureiche.

UNI 9445 - Adesivi. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo sfera e anello degli adesivi termofusibili.

UNI 9446 - Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici.

UNI 9447 - Adesivi. Determinazione dell'appiccicosità col metodo della sfera rotolante (*rolling ball tack*).

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 10765 - Additivi per impasti cementizi - Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità;

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 29142 - Adesivi. Guida alla scelta di condizioni normalizzate di laboratorio per le prove di invecchiamento su giunti adesivi.

UNI EN 29653 - Adesivi. Metodo per la determinazione del potere adesivo mediante prova di resistenza al taglio.

In luogo delle certificazioni di prova l'appaltatore potrà fornire la certificazione rilasciata dal produttore previa accettazione della direzione dei lavori.

Geotessili

Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed

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 non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

Sono caratterizzati da:

- filamento continuo (o fiocco);
- trattamento legante meccanico (o chimico o termico);

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette s'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.

Geotessili. Norme di riferimento

Quando non è specificato nel progetto esecutivo, i geotessili devono essere rispondenti alle seguenti caratteristiche:

UNI EN 918 - Geotessili e prodotti affini. Prova di punzonamento dinamico (metodo della 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 - Geotessili. Prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture.

UNI ENV 12447 - Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'idrolisi.

UNI ENV 12224 - Geotessili e prodotti affini. Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici.

UNI ENV 12225 - Geotessili e prodotti affini. Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interrimento.

UNI ENV 12226 - Geotessili e prodotti affini - Prove generali per valutazioni successive a prove di curabilità.

UNI EN ISO 12236 - Geotessili e prodotti affini. Prova di punzonamento statico (metodo CBR).

UNI ENV ISO 13438 - Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione.

Nontessuti. Norme di riferimento

Per quanto non espressamente indicato per i nontessuti si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

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 8279-5 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'assorbimento di liquidi (metodo del cestello).

UNI 8279-6 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'assorbimento di liquidi (metodo della rete).

UNI 8279-7 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'ascensione capillare.

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 8279-16** - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del tempo di assorbimento di acqua (metodo della goccia).
- 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.
- UNI EN 29092** - Tessili. Nontessuti. Definizione.

ART.21. Prodotti e materiali per pareti esterne e partizioni interne

Prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari

I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale (vedere articolo murature) ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo ed a loro completamento alle seguenti prescrizioni:

- a) gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale o alleggerito devono rispondere alla norme: **UNI 8942-1**, **UNI 8942-2**, **UNI 8942-3**;
- b) gli elementi di calcestruzzo dovranno rispettare le stesse caratteristiche indicate nella norma **UNI 8942** (ad esclusione delle caratteristiche di inclusione calcarea), i limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto e in loro mancanza quelli dichiarati dal produttore e approvati dalla direzione dei lavori;
- c) gli elementi di calcio silicato, pietra ricostruita, pietra naturale saranno accettati in base alle loro caratteristiche dimensionali e relative tolleranze; caratteristiche di forma e massa volumica (foratura, smussi, ecc.); caratteristiche meccaniche a compressione, taglio a flessione; caratteristiche di comportamento all'acqua ed al gelo (imbibizione, assorbimento d'acqua, ecc.).

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto ed in loro mancanza saranno quelli dichiarati dal fornitore e approvati dalla direzione dei lavori.

Prodotti ed i componenti per facciate continue

I prodotti e i componenti per facciate continue dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto e in loro mancanza alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi dell'ossatura devono avere caratteristiche meccaniche coerenti con quelle del progetto in modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, ecc.) alla struttura portante, resistere alle corrosioni ed azioni chimiche dell'ambiente esterno ed interno;
- gli elementi di tamponamento (vetri, pannelli, ecc.) devono essere compatibili chimicamente e fisicamente con l'ossatura; resistere alle sollecitazioni meccaniche (urti, ecc.); resistere alle sollecitazioni termoigrometriche dell'ambiente esterno e chimiche degli agenti inquinanti;
- le parti apribili ed i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte;
- i rivestimenti superficiali (trattamenti dei metalli, pitturazioni, fogli decorativi, ecc.) devono essere coerenti con le prescrizioni sopra indicate;
- le soluzioni costruttive dei giunti devono completare ed integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

La rispondenza alle norme UNI per gli elementi metallici e loro trattamenti superficiali, per i vetri, i pannelli di legno, di metallo o di plastica e per gli altri componenti, viene considerato automaticamente soddisfacimento delle prescrizioni sopradette.

Prodotti e componenti per partizioni interne prefabbricate

I prodotti e i componenti per partizioni interne prefabbricate che vengono assemblate in opera (con piccoli lavori di adattamento o meno) devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e, in mancanza, alle prescrizioni indicate al punto precedente.

Prodotti a base di cartongesso

I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e, in mancanza, alle prescrizioni seguenti: avere spessore con tolleranze $\pm 0,5$ mm, lunghezza e larghezza con tolleranza ± 2 mm, resistenza all'impronta, all'urto, alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio) e, a seconda della destinazione d'uso, con basso assorbimento d'acqua, con bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore), con resistenza all'incendio dichiarata, con isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto esecutivo e, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla direzione dei lavori.

Blocchi di gesso

I blocchi in gesso pieni o forati per la formazione di pareti verticali, secondo le dimensioni del progetto esecutivo, a discrezione del direttore dei lavori, per evitare in futuro rigonfiamenti e danni dovuti all'elevata umidità relativa o al contatto con acqua, dovranno 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 DIN 18163.

In cantiere il materiale deve essere appoggiato a pavimento, sempre in piano, al coperto o sotto un telo di plastica.

Norme di riferimento

a) Classificazione

UNI 8369-2 - Pareti perimetrali verticali. Classificazione e terminologia.

UNI 8979 - Pareti perimetrali verticali. Analisi degli strati funzionali.

UNI 9269 - Pareti verticali. Prova di resistenza agli urti.

b) Pareti interne semplici

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.

c) Pareti interne mobili

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 10879 - Pareti interne mobili. Prova di resistenza ai carichi sospesi ed orizzontali.

UNI 10880 - Pareti interne mobili. Requisiti e metodi di prova di resistenza agli urti.

- UNI 10820** - Partizioni interne. Pareti interne mobili. Analisi dei requisiti.
- d) Materie plastiche cellulari rigide
- 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.
- e) Strutture di legno
- UNI EN 594** - Strutture di legno. Metodi di prova. Resistenza rigidezza 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.

ART.22. Prodotti per coperture discontinue (a falda)

Definizioni

Si definiscono prodotti per le coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari.

Per la realizzazione delle coperture discontinue nel loro insieme si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle coperture discontinue. Il direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Tegole e coppi in laterizio

Le tegole e coppi di laterizio per coperture e i loro pezzi speciali si intendono denominate secondo le dizioni commerciali usuali (marsigliese, romana, ecc.).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza o a completamento, alle seguenti prescrizioni:

- a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:
 - i. le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
 - ii. le protuberanze e scagliature non devono avere diametro medio (tra dimensione massima e minima) maggiore di 15 mm e non deve esserci più di una protuberanza; è ammessa una protuberanza di diametro medio tra 7 mm e 15 mm ogni 2 dm² di superficie proiettata;
 - iii. sbavature tollerate purché permettano un corretto assemblaggio.
- b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le tolleranze seguenti: lunghezza $\pm 3\%$; larghezza $\pm 3\%$ per tegole e $\pm 8\%$ per coppi;
- c) sulla massa convenzionale è ammessa tolleranza del 15%;
- d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di goccia d'acqua dall'intradosso;
- e) resistenza a flessione: forza F singola maggiore di 1.000 N;
- f) carico di rottura valore singolo della forza F maggiore di 1.000 N e valore medio maggiore di 1.500 N;
- g) i criteri di accettazione sono quelli del punto 39.2.1.

Dovrà essere determinato il carico di rottura a flessione onde garantire l'incolumità degli addetti sia in fase di montaggio che di manutenzione;

In caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 e 8635, in particolare alla UNI EN 1304.

I prodotti devono essere forniti su apposite pallets, legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nella fase di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballaggi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un

foglio informativo riportante il nome del fornitore e le indicazioni dei commi da a) ad f) ed eventuali istruzioni complementari.

Tabella - Pendenze ammissibili secondo il tipo di copertura

Materiale	Pendenza [%]
Coppi	35%
Tegole piane marsigliesi	35%
Tegole marsigliesi	30%
Lamiera ondulata	20 ÷ 25 %

Norme e criteri d'accettazione

Per l'accettazione delle tegole per coperture e relativi elementi funzionali si farà riferimento, in caso di contestazione, alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI 8089 - Edilizia. Coperture e relativi elementi funzionali. Terminologia funzionale.

UNI 8090 - Edilizia. Elementi complementari delle coperture. Terminologia.

UNI 8091 - Edilizia. Coperture. Terminologia geometrica.

UNI 8178 - Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.

UNI 8635-16 - Edilizia. Prove dei prodotti per coperture discontinue. Determinazioni delle inclusioni calcaree nei prodotti di laterizio.

UNI 9460 3 - Coperture discontinue. Codice di pratica per la progettazione e l'esecuzione di coperture discontinue con tegole di laterizio e cemento.

UNI EN 1304 - Tegole di laterizio e relativi accessori. Definizioni e specifiche di prodotto.

Sono considerati difetti la presenza di fessure, le protuberanze, le scagliature e le sbavature quando impediscono il corretto montaggio del prodotto.

Tegole in cemento

Le tegole di in cemento per coperture e i loro pezzi speciali s'intendono denominati secondo le dizioni commerciali usuali (portoghese, olandese, ecc.). La colorazione è realizzata direttamente nell'impasto con pigmentazioni.

La pendenza della falda può arrivare a un minimo di 29÷30% adottando le necessarie sovrapposizioni; in caso di pendenze inferiori 17÷18% sotto il manto di copertura deve essere collocato un manto di impermeabilizzazione. In caso di pendenze superiore al 45% le tegole devono essere opportunamente fissate al supporto anche mediante chiodatura.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e alle seguenti prescrizioni:

- a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:
 - le fessure non sono ammesse;
 - le incavature non devono avere profondità maggiore di 4 mm (escluse le tegole con superficie granulata);
 - le protuberanze sono ammesse in forma lieve per tegole colorate nell'impasto;
 - le scagliature sono ammesse in forma leggera;
 - le sbavature e deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del prodotto.
- b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze:
 - lunghezza $\pm 1,5\%$;
 - larghezza $\pm 1\%$;
 - altre dimensioni dichiarate $\pm 1,6\%$;
 - ortometria scostamento orizzontale non maggiore dell'1,6% del lato maggiore.
- c) sulla massa convenzionale è ammessa la tolleranza del $\pm 10\%$;
- d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua, dall'intradosso, dopo 24 h;
- e) dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione F deve essere maggiore o uguale a 1.800 N su campioni maturati 28 giorni;

- f) la resistenza a rottura F del singolo elemento deve essere maggiore o uguale a 1.000 N; la media deve essere maggiore od uguale a 1.500 N.

Dovrà essere rilevato il carico di rottura del dispositivo di ancoraggio e il relativo coefficiente di sicurezza rispetto alle azioni generate dal vento. Dovrà essere determinato inoltre il carico di rottura a flessione onde garantire l'incolumità degli addetti sia in fase di montaggio che di manutenzione.

In caso di contestazione per difetti e limiti di accettazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 e UNI 8627.

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Le lastre di fibrocemento ecologico

Le lastre di fibrocemento ecologico possono essere dei tipi seguenti:

- a) lastre piane (a base: fibrocemento e silico calcare; fibrocemento; cellulosa; fibrocemento/silico calcare rinforzati);
- b) lastre ondulate a base di fibrocemento aventi sezione trasversale formata da ondulazioni approssimativamente sinusoidali; possono essere con sezioni traslate lungo un piano o lungo un arco di cerchio;
- c) lastre nervate a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale grecata o caratterizzata da tratti piani e tratti sagomati.

Le lastre piane devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto esecutivo e in mancanza o integrazione alle seguenti:

- a) larghezza 1.200 mm, lunghezza scelta tra 1.200, 2.500 o 5.000 mm con tolleranza $\pm 0,4\%$ e massimo 5 mm;
- b) spessore ____ mm (scelto tra le sezioni normate) con tolleranza $\pm 0,5$ mm fino a 5 mm e $\pm 10\%$ fino a 25 mm;
- c) rettilineità dei bordi: scostamento massimo 2 mm per metro, ortogonalità 3 mm per metro;
- d) caratteristiche meccaniche (resistenza a flessione):
 - tipo 1: 13 N/mm² minimo con sollecitazione lungo le fibre, e 15 N/mm² minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;
 - tipo 2: 20 N/mm² minimo con sollecitazione lungo le fibre, e 16 N/mm² minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre.
- e) massa volumica apparente:
 - tipo 1: 1,3 g/cm³ minimo;
 - tipo 2: 1,7 g/cm³ minimo.
- f) tenuta d'acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 h sotto battente d'acqua ma senza formazione di gocce d'acqua;
- g) resistenza alle temperature di 120°C per 2 h con decadimento della resistenza a flessione non maggiore del 10%.

Le lastre ondulate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto e, in mancanza o a integrazione, alle seguenti:

- a) facce destinate all'esposizione alle intemperie, lisce, bordi diritti e taglio netto e ben squadrate ed entro i limiti di tolleranza;
- b) caratteristiche dimensionali e tolleranze di forma secondo quanto dichiarato dal fabbricante e accettato dalla direzione dei lavori;
- c) tenuta all'acqua;
- d) resistenza a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori;

- e) resistenza al gelo, dopo 25 cicli in acqua a temperatura di + 20°C seguito da permanenza in frigo a -20°C non devono presentare fessurazioni, cavillature o degradazione;
- f) la massa volumica non deve essere minore di 1,4 kg/dm³.

Gli accessori devono rispondere alle prescrizioni sopradette per quanto attiene l'aspetto, le caratteristiche dimensionali e di forma, la tenuta all'acqua e la resistenza al gelo.

Norme di riferimento

UNI EN 492 - Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova.

UNI EN 494 - Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova.

UNI 10636 - Lastre ondulate di fibrocemento per coperture. Istruzioni per l'installazione.

Lastre di materia plastica rinforzata

Le lastre di materia plastica rinforzata o non rinforzata si intendono definite e classificate secondo le norme UNI vigenti.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamente alle seguenti prescrizioni:

- a) Lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro
 - UNI 6774 - Lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro. Generalità e prescrizioni.
 - UNI 6775 - Lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro. Metodi di prova.
- b) Lastre di polistirene
 - UNI 7073 - Lastre estruse di polistirene antiurto. Tipi, prescrizioni e prove.
- c) Lastre di polimetilmetacrilato
 - UNI EN ISO 7823-1 - Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, dimensioni e caratteristiche. Lastre colate.
 - UNI EN ISO 7823-2 - Materie plastiche. Lastre di poli (metilmetacrilato). Tipi, dimensioni e caratteristiche. Lastre estruse calandrate.
- d) Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice
 - UNI EN 1013-1 - Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti generali e metodi di prova.
 - UNI EN 1013-2 - Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di resina poliestere rinforzata con fibra di vetro (prfv).
 - UNI EN 1013-3 - Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di policloruro di vinile (pvc).
- e) Lastre ondulate ed alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre
 - UNI 10452 - Lastre ondulate ed alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre ed apprestamenti analoghi. Tipi, dimensioni, requisiti e metodi di prova.

Lastre di metallo

Le lastre di metallo (acciaio zincato, acciaio zincato-alluminio, acciaio zincato-rame, alluminio) ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo l'usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e a completamento, alle seguenti caratteristiche:

- a) i prodotti completamente supportati; tolleranze dimensioni e di spessore, resistenza al punzonamento, resistenza al piegamento a 360°; resistenza alla corrosione; resistenza a trazione. Le caratteristiche predette saranno quelle riferite al prodotto in lamina prima della lavorazione. Gli effetti estetici e difetti saranno valutati in relazione alla collocazione dell'edificio;
- b) i prodotti autoportanti (compresi i pannelli, le lastre grecate, ecc.) oltre a rispondere alle prescrizioni predette dovranno soddisfare la resistenza a flessione secondo i carichi di progetto e la distanza tra gli appoggi.

I criteri di accettazione sono quelli già indicati. In caso di contestazione si fa riferimento alla norma UNI 10372.

Le lamiere saranno inoltre esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e dovranno avere l'eventuale rivestimento superficiale prescritto nel progetto.

La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Prodotti di pietra

I prodotti di pietra dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza a flessione, resistenza all'urto, resistenza al gelo e disgelo, comportamento agli aggressivi inquinanti. I limiti saranno quelli prescritti dal progetto o quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori.

I criteri di accettazione sono quelli indicati al punto 39.1.

La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la corrispondenza alle caratteristiche richieste.

Strato d'isolamento della copertura

L'isolamento della copertura, potrà essere eseguito in:

1) Pannelli di sughero

Il pannello dovrà essere costituito con un (doppio) strato di pannelli di sughero naturale compresso in alta frequenza senza collanti con i bordi smussati a tronco di piramide di colore biondo e del peso di ___ kg/mc circa e dello spessore di ___ cm posati con i giunti smussati ben accostati tra loro (sfalsati e ribaltati) e fissati con punti di colla, chiodi o altro.

È consigliabile avere sempre e comunque un "bordo di contenimento" perimetrale sulla linea di gronda.

Sulla superficie dei pannelli verranno appoggiate lastre ondulate impermeabili (bituminose o in fibrocemento non contenente amianto), fissate con viti ad espansione alla struttura, di copertura. Su dette lastre ondulate verrà alloggiato il relativo manto di copertura in coppi.

2) Pannello multistrato

Pannello con particolare ondulazione per offrire al coppo tre punti di appoggio impedendone lo scivolamento. La composizione in speciale multistrato impregnato sottovuoto garantisce perfetta impermeabilità e forte resistenza agli sbalzi di temperatura e al gelo.

3) Pannello isolante sottocoppo in polistirene estruso

La lastra per l'isolamento delle coperture "sottocoppo" è costituita da polistirene estruso monostrato di colore indaco, con resistenza alla compressione di 120 kPa, con pelle di estrusione, battentata sui quattro lati.

L'interasse fra le scanalature deve permettere l'impiego del tipo di coppi più diffuso sul mercato.

4) Pannello sottocoppo isolante in polistirene espanso

La loro particolare sagomatura consente un perfetto alloggiamento ai coppi o alle tegole facilitandone la posa. I particolari agganci e sormonti dei singoli elementi devono consentire una assoluta tenuta all'acqua e una omogenea coibentazione, garantendo una ottima ventilazione.

Normativa di riferimento

Nel caso di contestazione si intende che le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI di seguito riportate:

- UNI 8625-1** - Edilizia. Prove di coperture discontinue. Determinazione della permeabilità all'acqua.
- UNI 8626** - Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione.
- UNI 8627** - Edilizia. Sistemi di copertura. Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche.
- UNI 8635-1** - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Esame dell'aspetto e della confezione.
- UNI 8635-2** - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della lunghezza.
- UNI 8635-3** - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della larghezza.
- UNI 8635-4** - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dello spessore.
- UNI 8635-5** - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della planarità.
- UNI 8635-6** - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dell'ortometria e della rettilineità dei bordi.
- UNI 8635-7** - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione del profilo.
- UNI 8635-8** - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della massa convenzionale.
- UNI 8635-9** - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della permeabilità all'acqua.
- UNI 8635-10** - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua.
- UNI 8635-11** - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della gelività con cicli alterni.
- UNI 8635-12** - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della gelività con porosimetro.
- UNI 8635-13** - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione del carico di rottura a flessione.
- UNI 8635-14** - Edilizia. Prove dei prodotti per coperture discontinue. Determinazione della resistenza meccanica del dispositivo di ancoraggio.
- UNI 8635-15** - Edilizia. Prove per prodotti di coperture discontinue. Determinazione del numero per unità di area e della massa areica.
- UNI 8635-16** - Edilizia. Prove dei prodotti per coperture discontinue. Determinazioni delle inclusioni calcaree nei prodotti di laterizio.
- UNI 9308-1** - Coperture discontinue. Istruzione per la progettazione. Elementi di tenuta.
- UNI 9460** - Coperture discontinue. Codice di pratica per la progettazione e l'esecuzione di coperture discontinue con tegole di laterizio e cemento.
- UNI 10372** - Coperture discontinue. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione con elementi metallici in lastre.

ART.23. Impermeabilizzazioni e coperture piane

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.

Membrane

Le membrane si classificano in base:

- 1) al materiale componente (bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
- 2) al materiale di armatura inserito nella membrana (armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
- 3) al materiale di finitura della faccia superiore (poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
- 4) al materiale di finitura della faccia inferiore (poliestere non tessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

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 (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 ed in mancanza e alla norma UNI 8178.

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 ed accettati dalla direzione dei lavori.

Caratteristiche di accettazione

Le caratteristiche delle membrane di impermeabilizzazione devono rispondere alle seguenti norme:

- 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.

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 (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 ed accettati dalla direzione dei lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

Membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria

Le caratteristiche di accettazione delle membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono rispondere alle norme:

- 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.

I prodotti non normati devono essere conformi ai valori dichiarati dal fabbricante ed 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.

Membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate formare strati di tenuta all'acqua sono (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 ed 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 ed accettati dalla direzione dei lavori.

Membrane destinate a formare strati di protezione

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate formare strati di protezione sono (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 ed accettati dalla direzione dei lavori.

Membrane a base di elastomeri e di plastomeri

Tipologie

I tipi di membrane base di elastomeri e di plastomeri sono:

- membrane in materiale elastomerico senza armatura (per materiale elastomerico si intende 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 (per materiale plastomerico si intende 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).

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 (bacini, dighe, sbarramenti, ecc.).

Classe B - membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (canali, acquedotti, ecc.).

Classe C - membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (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 (discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.).

Classe F - membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi.

Accettazione

Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri devono rispettare le caratteristiche previste dalle varie parti della norma UNI 8898 (varie parti).

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 valori di limiti di riferimento normalmente applicati; quando non sono riportati limiti sono validi quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettati dalla direzione dei lavori.

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 4163 - Impermeabilizzazione delle coperture. Bitumi da spalmatura. Determinazione dell'indice di penetrazione dei bitumi.

Tabella – 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

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.

Asfalti colati

Gli asfalti colati per impermeabilizzazioni 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.
- 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.

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.

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.
- 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.

Prodotti fluidi o in pasta a base di polimeri organici

I prodotti fluidi o in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanic, epossi-poliuretanic, epossi-catrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutati in base alle caratteristiche ed ai limiti di riferimento normalmente applicati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla direzione dei lavori:

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.

Altre norme di riferimento

- UNI 8178 - Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.
- 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.

ART.24. Vetri

Norme di riferimento

I vetri dovranno essere rispondenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e alle ulteriori richieste della direzione dei lavori.

In generale dovranno rispondere inoltre alle disposizioni delle seguenti norme di unificazione:

- 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 a base di vetro di silicato sodo-calcico. 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 7142 - Vetri piani. Vetri temprati per edilizia ed arredamento.
- UNI 7143 - Vetri piani. Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve.
- UNI 7144 - Vetri piani. Isolamento termico.
- UNI EN 12758 - Vetri piani. Isolamento acustico.
- UNI 9186 - Vetri piani. Vetri stratificati per edilizia e arredamento con prestazioni antivandalismo e anticrimine.
- UNI 9187 - Vetri piani. Vetri stratificati per l'edilizia e arredamento con prestazioni antiproiettile.
- UNI 10593-1 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Generalità e tolleranze dimensionali.
- UNI 10593-2 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Prove di invecchiamento, misurazione della penetrazione del vapor d'acqua e requisiti.
- UNI 10593-3 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Prove di tipo iniziali per la misurazione della velocità di perdita di gas su vetrate isolanti riempite con gas.
- UNI 10593-4 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Metodi di prova per la determinazione delle proprietà fisiche della sigillatura dei bordi.
- 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 curabilità.
- 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.

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 ed i montacarichi in servizio privato".

Prova d'urto

La prova deve essere fatta su una lastra di 0,3 x 0,3 m 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 0,5 m, 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 distaccino 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 fra 15°C e 25°C.

Prova di flessione

La 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 0,6 m o lastre di vetro temperato con larghezza maggiore di 1 m, una lastra per ciascuna partita deve essere sottoposta in fabbrica alla prova di flessione.

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, 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.

ART.25. Infissi in legno ed in metallo

Generalità. Definizioni

Si intende per infissi gli elementi edilizi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Essi si dividono tra 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.

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).

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate nell'articolo relativo alle vetrazioni e ai serramenti.

Il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura. L'appaltatore deve consegnare l'attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

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 tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento.

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:

- a) mediante controllo dei materiali costituenti il telaio + vetro + elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e mediante 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, l'esatta esecuzione dei giunti, ecc.;
- b) mediante l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc.; di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti.

Serramenti interni ed esterni

I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre e simili) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque nel loro insieme devono 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 mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, degli accessori. Mediante il controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) e per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste.

Il direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche o, in mancanza, a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.

Gli infissi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

1) Finestre

- isolamento acustico (secondo la norma **UNI 8204**), classe ____;
- tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento (misurata secondo le norme **UNI EN 1027**), classi ____, ____ e ____;
- resistenza meccanica (secondo le norme **UNI 9158** e **UNI EN 107**), _____.

2) Porte interne

- tolleranze dimensionali ____; spessore ____ (misurati secondo le norme **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 (misurata secondo la norma **UNI EN 1634-1**), classe ____;
- resistenza al calore per irraggiamento (misurata secondo la norma **UNI 8328**), classe ____;

3) 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.

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.) ed 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, controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o organi di manovra, mediante la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente dimensioni delle sezioni resistenti, 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 durabilità agli agenti atmosferici.

Il direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica, comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampada solari; camere climatiche, ecc.). L'attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

Prescrizioni dimensionali idonee ai portatori di handicap

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 deve essere di almeno 75 cm. L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra 85 e 95 cm (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.

Infissi esterni

L'altezza delle maniglie o dispositivo di comando deve essere compresa tra 100 e 130 cm; consigliata 115 cm.

Per consentire alla persona seduta la visuale anche all'esterno, devono essere preferite soluzioni per le quali la parte opaca del parapetto, se presente, non superi i 60 cm di altezza dal calpestio, con l'avvertenza, però, per ragioni di sicurezza, che l'intero parapetto sia complessivamente alto almeno 100 cm e inattraversabile da una sfera di 10 cm di diametro.

Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni.

Le ante mobili degli infissi esterni devono poter essere usate esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

Serramenti in acciaio

Materiali e norme di riferimento per l'accettazione

1) Alluminio

a. Telai

UNI EN 573-3 - Alluminio e leghe di alluminio - Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati.

EN 12020 - Alluminio e leghe di alluminio - Profili estrusi di precisione in lega EN AW-6060 e EN AW-6063 - Parte 2: Tolleranze di dimensioni e forma.

UNI 10680 - Alluminio e leghe di alluminio - Profili in leghe di alluminio ad interruzione di ponte termico. Requisiti e metodi di prova.

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. 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.

2) *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. Prescrizioni generali.

UNI 10163-2 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati e a caldo. Lamiere e larghi piatti.

UNI 10163-2 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati e a caldo. 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 - Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

c. Lamiere a freddo

UNI 7958 - Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione.

UNI EN 10142 - Lamiere e nastri di acciaio a basso tenore di carbonio, zincati a caldo in continuo, per formatura a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.

d. Lamiere zincate

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 10143 - Lamiere e nastri di acciaio per impieghi strutturali, zincati per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.

3) *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 lamiere e dei nastri per impieghi generali.

4) *Lega di rame*

a. *Telai*

UNI 4894 - Leghe di rame da lavorazione plastica. Ottone binario con Cu 67 % e Zn 33 %.

UNI 3310-1 - Semilavorati di rame e sue leghe. Barre e profilati di rame, ottoni binari, al piombo e speciali, ottenuti da lavorazione plastica. Caratteristiche meccaniche.

b. *Lamiere in rame*

UNI 3310-2 Semilavorati di rame e sue leghe. Lamiere, nastri, bandelle piattine di rame, ottoni binari, al piombo e speciali, ottenuti da lavorazione plastica.

Finitura superficiale e verniciatura

La finitura superficiale dovrà essere priva di difetti visibili a occhio nudo come graffi, colature, rigonfiamenti, ecc. In generale dovrà essere approvata dal direttore dei lavori.

Per gli infissi in alluminio la verniciatura dovrà rispettare le prescrizioni della UNI 9983.

Per gli infissi in acciaio la verniciatura dovrà rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

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.

Per gli infissi in acciaio inossidabili si farà riferimento alla UNI 10088-2.

Guarnizioni

Le guarnizioni devono rispettare le seguenti norme:

UNI 9122-1- Guarnizioni per serramenti. Classificazione e collaudo.

UNI 9122-2 - Edilizia. Guarnizioni per serramenti. Limiti di accettazione per guarnizioni compatte monoestruse.

UNI 9729-1 - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Classificazione e terminologia.

UNI 9729-2 - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Criteri di accettazione per tipi senza pinna centrale.

UNI 9729-3 - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Criteri di accettazione per tipi con pinna centrale.

UNI 9729-4 - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Metodi di prova.

Sigillanti

I sigillanti devono rispettare le seguenti norme:

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.

Porte resistenti al fuoco

Commercializzazione cee

Le porte e altri elementi di chiusura legalmente fabbricati o commercializzati negli altri Stati membri dell'Unione europea od originari degli Stati firmatari dell'accordo see, sulla base di norme armonizzate o di norme o regole tecniche straniere riconosciute equivalenti, possono essere commercializzati in Italia per essere impiegati nel campo di applicazione del D.M. 14 dicembre 1993.

La commercializzazione delle porte antincendio deve rispettare le prescrizioni del D.M. 3 novembre 2004.

Marchio di conformità (UNI 9723)

Gli elementi di chiusura resistenti al fuoco devono essere contrassegnati, con punzonatura in rilievo diretta o su targhetta inamovibile e leggibile anche dopo un incendio, dai seguenti dati:

- nome produttore;
- anno di fabbricazione;
- nominativo ente certificazione;
- numero del certificato di prova;
- classe/i di resistenza al fuoco;
- numero distintivo progressivo con riferimenti annuali.

Per le superfici esposte al fuoco da precise norme il contrassegno deve essere applicato sulla superficie suscettibile di essere esposta al fuoco.

Porte installate lungo le vie di uscita

Tutte le porte resistenti al fuoco devono essere munite di dispositivo di autochiusura.

Le porte in corrispondenza di locali adibiti a depositi possono essere non dotate di dispositivo di autochiusura, purché siano tenute chiuse a chiave.

L'utilizzo di porte resistenti al fuoco installate lungo le vie di uscita e dotate di dispositivo di autochiusura può in alcune situazioni determinare difficoltà sia per i lavoratori che per altre persone che normalmente devono circolare lungo questi percorsi. In tali circostanze le suddette porte possono essere tenute in posizione aperta, tramite appositi dispositivi elettromagnetici che ne consentano il rilascio a seguito:

- dell'attivazione di rivelatori di fumo posti in vicinanza delle porte;
- dell'attivazione di un sistema di allarme incendio;
- di mancanza di alimentazione elettrica del sistema di allarme incendio;
- di un comando manuale.

Criteri di installazione

In particolare, fatti salvi gli adempimenti previsti da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi, l'installazione dei dispositivi di apertura manuale deve essere prevista nei seguenti casi:

- a) sulle porte delle vie di esodo, qualora sia prevista l'installazione di dispositivi e fatto salvo il disposto di cui all'art. 5, devono essere installati dispositivi almeno conformi alla norma **UNI EN 179** o ad altra a questa equivalente, qualora si verifichi una delle seguenti condizioni:
 - a.1) l'attività è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da meno di 10 persone;
 - a.2) l'attività non è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da un numero di persone superiore a 9 ed inferiore a 26.

- b) sulle porte delle vie di esodo, qualora sia prevista l'installazione di dispositivi e fatto salvo il disposto di cui all'art. 5, devono essere installati dispositivi conformi alla norma **UNI EN 1125** o ad altra a questa equivalente, qualora si verifichi almeno una delle seguenti condizioni:

- b.1) l'attività è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da più di 9 persone;
- b.2) l'attività non è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da più di 25 persone;
- b.3) i locali con lavorazioni e materiali che comportino pericoli di esplosione e specifici rischi d'incendio con più di 5 lavoratori addetti.

Sistemi di apertura delle porte

Il datore di lavoro o persona addetta deve assicurarsi, all'inizio della giornata lavorativa, che le porte in corrispondenza delle uscite di piano e quelle da utilizzare lungo le vie di esodo non siano chiuse a chiave o, nel caso siano previsti accorgimenti antintrusione, possano essere aperte facilmente ed immediatamente dall'interno senza l'uso di chiavi.

Tutte le porte delle uscite che devono essere tenute chiuse durante l'orario di lavoro, e per le quali è obbligatoria l'apertura nel verso dell'esodo, devono aprirsi a semplice spinta dall'interno.

Nel caso siano adottati accorgimenti antintrusione, si possono prevedere idonei e sicuri sistemi di apertura delle porte alternativi a quelli previsti nel presente punto. In tale circostanza tutti i lavoratori devono essere a conoscenza del particolare sistema di apertura ed essere capaci di utilizzarlo in caso di emergenza.

I dispositivi di apertura manuale, di seguito denominati dispositivi, delle porte installate lungo le vie di esodo nelle attività soggette al controllo dei Vigili del fuoco ai fini del rilascio del certificato di prevenzione incendi, quando ne sia prevista l'installazione, devono essere conformi alle norme UNI EN 179 o UNI EN 1125 o ad altre a queste equivalenti.

Porte scorrevoli e porte girevoli

Una porta scorrevole non deve essere utilizzata quale porta di una uscita di piano. Tale tipo di porta può però essere utilizzata se è del tipo ad azionamento automatico e può essere aperta nel verso dell'esodo a spinta con dispositivo opportunamente segnalato e restare in posizione di apertura in mancanza di alimentazione elettrica.

Una porta girevole su asse verticale non può essere utilizzata in corrispondenza di un'uscita di piano. Qualora sia previsto un tale tipo di porta occorre che nelle immediate vicinanze della stessa sia installata una porta apribile a spinta opportunamente segnalata.

Installazione in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito

Accesso: Porte

Le porte dei locali e dei disimpegni devono:

- essere apribili verso l'esterno e munite di congegno di autochiusura, di altezza minima di 2,00 m e larghezza minima 0,6 m. Per impianti con portata termica complessiva inferiore a 116 kW il senso di apertura delle porte non è vincolato;
- possedere caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a REI 60 o REI 30, per impianti di portata termica rispettivamente superiore o non a 116 kW. Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o da intercapedine antincendio non è richiesto tale requisito, purché siano in materiale di classe 0 di reazione al fuoco.

Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie

Caratteristiche costruttive

Le strutture portanti Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie (D.M. 12 aprile 1996) devono possedere resistenza al fuoco non inferiore a R 120, quelle di

separazione da altri ambienti non inferiore a REI 120. Per impianti di portata termica complessiva fino a 116 kW sono consentite caratteristiche R/REI 60.

Accesso e comunicazioni

L'accesso può avvenire direttamente:

- dall'esterno, tramite porta larga almeno 0,9 m in materiale di classe 0 di reazione al fuoco;
- e/o dal locale consumazione pasti, tramite porte larghe almeno 0,9 m di caratteristiche almeno REI 60 per portate termiche superiori a 116 kW e REI 30 negli altri casi, dotate di dispositivo di autochiusura anche del tipo normalmente aperto purché asservito ad un sistema di rivelazione incendi.

È consentita la comunicazione con altri locali, pertinenti l'attività servita dall'impianto, tramite disimpegno anche non aerato, con eccezione dei locali destinati a pubblico spettacolo, con i quali la comunicazione può avvenire esclusivamente tramite disimpegno, indipendentemente dalla portata termica.

Norme di riferimento

Per i requisiti d'accettazione delle porte e degli altri elementi di chiusura si farà riferimento anche alle seguenti norme:

D.M. 14 dicembre 1993 - Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco ed omologazione di porte ed altri elementi di chiusura.

D.M. 9 aprile 1994 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico-alberghiere.

D.M. 12 aprile 1996 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi.

D.M. 19 agosto 1996 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo.

D.M. 10 marzo 1998 - Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.

D.M. 18 settembre 2002 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private.

D.M. 3 novembre 2004 - Disposizioni relative all'installazione ed alla manutenzione dei dispositivi per l'apertura delle porte installate lungo le vie di esodo, relativamente alla 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.

ART.26. Prodotti per assorbimento acustico

Definizioni

Si definiscono materiali assorbenti acustici (o materiali fonoassorbenti) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà deve essere valutata con il coefficiente di assorbimento acustico (α), definito dall'espressione:

$$\alpha = W_a/W_i$$

dove:

W_i = energia sonora incidente;

W_a = energia sonora assorbita.

Classificazione dei materiali

Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare) la proprietà fonoassorbente dipende dallo spessore.

I materiali fonoassorbenti si distinguono secondo la seguente classificazione:

- a) materiali fibrosi:
 - minerali (fibra di amianto, fibra di vetro, fibra di roccia);
 - vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari).
- b) materiali cellulari:
 - minerali:
 - calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);
 - laterizi alveolari;
 - prodotti a base di tufo.
- c) sintetici:
 - poliuretano a celle aperte (elastico - rigido);
 - polipropilene a celle aperte.

Caratteristiche costruttive

Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- lunghezza - larghezza: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI oppure quelle specificate negli altri documenti progettuali; in assenza di queste valgono le tolleranze dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI oppure quelle specificate negli altri documenti progettuali; in assenza di queste valgono le tolleranze dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti dalla norma UNI o dagli altri documenti progettuali; in assenza di questi valgono i limiti dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla direzione tecnica;
- coefficiente di assorbimento acustico: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI ISO 354 (UNI EN 20354), deve rispondere ai valori prescritti nel progetto o, in assenza, a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- resistività al flusso d'aria (misurata secondo ISO/DIS 9053);
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

La direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali o estere).

Materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera

Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite a un campione significativo di quanto realizzato in opera. La direzione dei lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc., significativi dello strato eseguito.

Entrambe le categorie di materiali fonoassorbenti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, tra quelle della tabella 43.1, in relazione alla loro destinazione d'uso (pareti, coperture, contro soffittature, pavimenti, ecc.).

Tabella - Caratteristiche di idoneità all'impiego in relazione alla loro destinazione d'uso

Caratteristica		Unità di misura	Destinazione d'uso A B C D valori richiesti
Comportamento all'acqua	Assorbimento all'acqua per capillarità	%	(.....)
	Assorbimento d'acqua per immersione	%	(.....)
	Resistenza gelo e disgelo cicli	cicli	(.....)
	Permeabilità vapor d'acqua	μ	(.....)
Caratteristiche meccaniche	Resistenza a compressione a carichi di lunga durata	N/mm ²	(.....)
	Resistenza a taglio parallelo alle facce	N/mm ²	(.....)
	Resistenza a flessione	N/mm ²	(.....)
	Resistenza al punzonamento	N/mm ²	(.....)
	Resistenza al costipamento	%	(.....)
Caratteristiche di stabilità	Stabilità dimensionale	%	(.....)
	Coefficiente di dilatazione lineare	mm/m	(.....)
	Temperatura limite di esercizio	°C	(.....)
	A =....		
	B =....		
	C =....		
	D =....		

Se non vengono prescritti i valori valgono quelli proposti dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali o estere). Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

ART.27. Prodotti per isolamento acustico

Definizioni

Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa. Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante (R) definito dalla seguente formula:

$$R = 10 \log W_i/W_t$$

dove:

W_i = energia sonora incidente;

W_t = energia sonora trasmessa.

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia devono possedere proprietà fonoisolanti. Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica.

Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, ecc.) formati da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste strutture dipende, oltre che dalla loro massa

areica, dal numero e qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento, dalla eventuale presenza d'intercapedini d'aria.

Caratteristiche costruttive

Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- dimensioni: lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI oppure quelle specificate negli altri documenti progettuali; in assenza di queste valgono le tolleranze dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI oppure quelle specificate negli altri documenti progettuali; in assenza di queste valgono le tolleranze dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti dalla norma UNI o dagli altri documenti progettuali; in assenza di queste valgono i limiti dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla direzione tecnica;
- potere fonoisolante: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI 8270/3, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto od in assenza a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- modulo di elasticità;
- fattore di perdita;
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

La direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali o estere).

Materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera

Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera.

La direzione dei lavori deve inoltre attivare i controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc., significativi dello strato realizzato.

ART.28. Apparecchi sanitari

Terminologia, classificazione e limiti di accettazione

Sono denominati apparecchi sanitari quei prodotti finiti per uso idraulico-sanitario, costituiti da materiale ceramico, materiali metallici o materie plastiche.

In particolare per il materiale ceramico sono ammessi solo apparecchi sanitari di prima scelta realizzati con porcellana dura (vetrous china) o grès porcellanato (fire clay), secondo le definizioni della norma UNI 4542.

Gli apparecchi in materiale metallico o ceramico dovranno essere conformi alle seguenti norme UNI per quanto concerne i requisiti di accettazione:

UNI 4542 - Apparecchi sanitari. Terminologia e classificazione.

UNI 4543-1 - Apparecchi sanitari di ceramica. Limiti di accettazione della massa ceramica e dello smalto.

UNI 4543-2 - Apparecchi sanitari di ceramica. Prove della massa ceramica e dello smalto.

Requisiti

Gli apparecchi sanitari in generale, indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- robustezza meccanica;
- durabilità meccanica;
- assenza di difetti visibili ed estetici;
- resistenza all'abrasione;
- pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;
- resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);
- funzionalità idraulica.

Rispondenza alle norme UNI

Lavabi, lavamani e lavelli da cucina

Le caratteristiche dei lavabi, dei lavamani e dei lavelli da cucina devono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 695 - Lavelli da cucina. Quote di raccordo.

UNI EN 31 - Lavabi. Quote di raccordo.

UNI 10271 - Lavafaccia e lavaocchi di emergenza di tipo trasportabile. Requisiti, prove e marcatura.

UNI EN 111 - Lavamani sospesi. Quote di raccordo.

UNI EN 32 - Lavabi sospesi. Quote di raccordo.

UNI 8951-1 - Lavabi di porcellana sanitaria. Limiti di accettazione.

UNI 8951-2 - Lavabi di porcellana sanitaria. Prove funzionali.

UNI 9608 - Lavafaccia, lavaocchi e docce di emergenza. Requisiti e installazione.

UNI 8194 - Lavabi ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.

Vasi

Le caratteristiche dei vasi devono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 33 - Vasi a pavimento a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo.

UNI EN 34 - Vasi sospesi a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo.

UNI EN 37 - Vasi a pavimento a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo.

UNI EN 38 - Vasi sospesi a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo.

UNI 8196 - Vasi a sedile ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.

UNI 8949-1 - Vasi di porcellana sanitaria. Limiti di accettazione.

UNI 8949-2 - Vasi di porcellana sanitaria. Prove funzionali.

Orinatoi

Le caratteristiche degli orinatoi devono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 80 - Orinatoi a parete senza sifone incorporato. Quote di raccordo.

Bidet

Le caratteristiche dei bidet devono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 35 - Bidè appoggiati sul pavimento con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo.

UNI EN 36 - Bidè sospesi con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo.

UNI 8950-1 - Bidè di porcellana sanitaria. Limiti di accettazione.

UNI 8950-2 - Bidè di porcellana sanitaria. Prove funzionali.

UNI 8195 - Bidè ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.

Vasche da bagno

Le caratteristiche delle vasche da bagno devono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 232 - Vasche da bagno. Quote di raccordo.

UNI EN 198 - Specifiche per vasche da bagno per usi domestici prodotte con materiali acrilici.

Piatti doccia e cabine doccia

Le caratteristiche dei piatti doccia e delle cabine doccia devono rispondere alle seguenti norme:

UNI EN 251 - Piatti doccia. Quote di raccordo.

UNI EN 263 - Specifiche per lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti per doccia per usi domestici.

UNI 8192 - Piatti per doccia ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.

UNI 8193 - Cabine per doccia ottenute da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.

Spazi minimi funzionali per egli apparecchi sanitari

Spazi minimi

L'installazione degli apparecchi sanitari deve rispettare gli spazi minimi previsti dalle Appendici V e W alla norma UNI 9182 – “Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione”.

Spazi minimi per i soggetti portatori di handicap deambulanti e su sedia a ruote

Per garantire la manovra e l'uso degli apparecchi anche alle persone con impedita capacità motoria deve essere previsto, in rapporto agli spazi di manovra di cui al punto 8.0.2. del D.M. n. 236/1989, l'accostamento laterale alla tazza w.c., bidet, vasca, doccia, lavatrice e l'accostamento frontale al lavabo.

In particolare devono essere rispettati i seguenti spazi minimi funzionali:

- lo spazio necessario all'accostamento e al trasferimento laterale dalla sedia a ruote alla tazza w.c. e al bidet, ove previsto, deve essere minimo 100 cm misurati dall'asse dell'apparecchio sanitario;
- lo spazio necessario all'accostamento laterale della sedia a ruote alla vasca deve essere minimo di 140 cm lungo la vasca con profondità minima di 80 cm;
- lo spazio necessario all'accostamento frontale della sedia a ruote al lavabo deve essere minimo di 80 cm misurati dal bordo anteriore del lavabo.

Accorgimenti per la collocazione degli apparecchi sanitari

Relativamente alle caratteristiche degli apparecchi sanitari inoltre:

- i lavabi devono avere il piano superiore posto a 80 cm dal calpestio ed essere sempre senza colonna con sifone preferibilmente del tipo accostato o incassato a parete;
- i w.c. e i bidet preferibilmente sono di tipo sospeso, in particolare l'asse della tazza w.c. o del bidet deve essere posto ad una distanza minima di 40 cm dalla parete laterale, il bordo anteriore a 75÷80 cm dalla parete posteriore e il piano superiore a 45÷50 cm dal calpestio.

Qualora l'asse della tazza w.c. o bidet sia distante più di 40 cm dalla parete, si deve prevedere, a 40 cm dall'asse dell'apparecchio sanitario, un maniglione o corrimano per consentire il trasferimento; la doccia deve essere a pavimento, dotata di sedile ribaltabile e doccia a telefono.

Impugnature di sicurezza

Nei locali igienici deve inoltre essere prevista l'attrezzabilità con maniglioni e corrimano orizzontali e/o verticali in vicinanza degli apparecchi; il tipo e le caratteristiche dei maniglioni

o corrimano devono essere conformi alle specifiche esigenze riscontrabili successivamente all'atto dell'assegnazione dell'alloggio e posti in opera in tale occasione.

Nei servizi igienici dei locali aperti al pubblico è necessario prevedere e installare il corrimano in prossimità della tazza w.c., posto ad altezza di 80 cm dal calpestio, e di diametro cm 3-4; se fissato a parete deve essere posto a 5 cm dalla stessa.

Casi di adeguamento

Nei casi di adeguamento di edifici nei locali igienici è consentita la eliminazione del bidet e la sostituzione della vasca con una doccia a pavimento al fine di ottenere anche senza modifiche sostanziali del locale, uno spazio laterale di accostamento alla tazza w.c. e di definire sufficienti spazi di manovra.

Visitabilità

Negli alloggi di edilizia residenziali nei quali è previsto il requisito della visitabilità, il servizio igienico si intende accessibile se è consentito almeno il raggiungimento di una tazza w.c. e di un lavabo, da parte di persona su sedia a ruote.

Per raggiungimento dell'apparecchio sanitario si intende la possibilità di arrivare sino alla diretta prossimità di esso, anche senza l'accostamento laterale per la tazza w.c. e frontale per il lavabo.

ART.29. Rubinetti sanitari

Categorie

I rubinetti sanitari considerati nel presente punto sono quelli appartenenti alle seguenti categorie:

- rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;
- gruppo miscelatore, avente due condotte di alimentazione e comandi separati per regolare e miscelare la portata d'acqua. I gruppi miscelatori possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili nei seguenti casi: comandi distanziati o gemellati, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
- miscelatore meccanico, elemento unico che sviluppa le stesse funzioni del gruppo miscelatore mescolando prima i due flussi e regolando dopo la portata della bocca di erogazione, le due regolazioni sono effettuate di volta in volta, per ottenere la temperatura d'acqua voluta. I miscelatori meccanici possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi:
 - o monocomando o bicomando, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
 - o miscelatori termostatici, elemento funzionante come il miscelatore meccanico, ma che varia automaticamente la portata di due flussi a temperature diverse per erogare e mantenere l'acqua alla temperatura prescelta.

Caratteristiche

I rubinetti sanitari, indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- inalterabilità dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;
- tenuta all'acqua alle pressioni di esercizio;
- conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto regolare e comunque senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;

- proporzionalità fra apertura e portata erogata;
- minima perdita di carico alla massima erogazione;
- silenziosità ed assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
- facile smontabilità e sostituzione di pezzi;
- continuità nella variazione di temperatura tra posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i rubinetti miscelatori).

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per i rubinetti singoli e gruppi miscelatori quando essi rispondono alla norma UNI EN 200 e ne viene comprovata la rispondenza con certificati di prova e/o con apposizione del marchio UNI. Per gli altri rubinetti si applica la UNI EN 200 per quanto possibile o si farà riferimento ad altre norme tecniche (principalmente di enti normatori esteri).

Fornitura e stoccaggio

I rubinetti devono essere forniti protetti da imballaggi adeguati in grado di proteggerli da urti, graffi nelle fasi di trasporto e movimentazione in cantiere.

Il foglio informativo deve accompagnare il prodotto, dichiarandone le caratteristiche dello stesso e le altre informazioni utili per la posa, la manutenzione, ecc.

Tubi di raccordo rigidi e flessibili (Per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria)

I tubi di raccordo rigidi e flessibili, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- inalterabilità alle azioni chimiche e all'azione del calore;
- non cessione di sostanze all'acqua potabile;
- indeformabilità alle sollecitazioni meccaniche provenienti dall'interno e/o dall'esterno;
- superficie interna esente da scabrosità che favoriscano depositi;
- pressione di prova uguale a quella di rubinetti collegati.

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta se i tubi rispondono alla norma UNI 9035 ed è comprovata da una dichiarazione di conformità.

Rubinetti idonei ai portatori di handicap

Nei locali igienici destinati a portatori di handicap devono installarsi preferibilmente rubinetti con comando a leva, con erogazione dell'acqua calda regolabile mediante miscelatori termostatici, come stabilito dal D.M. n. 236/1989.

Norme di riferimento

In caso di contestazione nell'accettazione della rubinetteria si farà riferimento alle seguenti norme:

UNI EN 200 - Rubinetteria sanitaria. Prescrizioni generali dei rubinetti singoli e miscelatori (dimensione nominale 1/2) PN 10. Pressione dinamica minima di 0,05 MPa (0,5 bar).

UNI EN 246 - Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei regolatori di getto.

UNI EN 248 - Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei rivestimenti Ni-Cr.

UNI EN 274 - Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico di lavabi, bidet e vasche da bagno. Specifiche tecniche generali.

UNI EN 816 - Rubinetteria sanitaria - Rubinetti a chiusura automatica PN 10.

UNI EN 817 - Rubinetteria sanitaria - Miscelatori meccanici (PN 10). Specifiche tecniche generali.

UNI EN 411 - Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico per lavelli. Specifiche tecniche generali.

UNI EN 329 - Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico per piatti doccia. Specifiche tecniche generali.

UNI EN 331 - Rubinetti a sfera ed a maschio conico con fondo chiuso, a comando manuale, per impianti a gas negli edifici.
UNI 10856 - Rubinetteria sanitaria. Prove e limiti di accettazione dei rivestimenti organici.
UNI EN 1111 - Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici (PN 10). Specifiche tecniche generali.
UNI EN 1112 - Dispositivi uscita doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10).
UNI EN 1113 - Flessibili doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10).

ART.30. Scarichi degli apparecchi sanitari

Generalità

Gli elementi costituenti gli scarichi applicati agli apparecchi sanitari, indipendentemente dal materiale e dalla forma, devono possedere caratteristiche di inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore, realizzare la tenuta tra otturatore e piletta e possedere una regolabilità per il ripristino della tenuta stessa (per scarichi a comando meccanico).

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta quando essi rispondono alle norme:

UNI EN 274 - Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico di lavabi, bidet e vasche da bagno. Specifiche tecniche generali.

UNI EN 329 - Rubinetteria sanitaria. Dispositivi di scarico per piatti doccia. Specifiche tecniche generali.

La rispondenza deve comprovata anche da una attestazione di conformità fornita dall'appaltatore.

Rubinetti a passo rapido, flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)

I rubinetti a passo rapido, flussometri, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- erogazione di acqua con portata, energia e quantità necessaria per assicurare la pulizia;
- dispositivi di regolazione della portata e della quantità di acqua erogata;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche predette deve essere comprovata dalla dichiarazione di conformità fornita dall'appaltatore.

Cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi

Le cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- troppo pieno di sezione tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita di acqua dalla cassetta;
- rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo che, dopo l'azione di pulizia, l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua che realizza la tenuta ai gas;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per le cassette dei vasi quando, in abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione previste dalla norma UNI 8949-1 – “Vasi di porcellana sanitaria. Limiti di accettazione”.

La rispondenza alle caratteristiche predette deve essere comprovata dalla dichiarazione di conformità fornita dall'appaltatore.

ART.31. Tubazioni gli impianti di adduzione dell'acqua e gas, fognature, ecc.

Tubi in acciaio

In generale deve farsi riferimento alle istruzioni della C.M. 5 maggio 1966, n. 2136, riportante le prescrizioni per i tubi di acciaio per acquedotti, ricavati da lamiera curvate con saldature longitudinali o elicoidali, con estremità per giunzioni di testa o a bicchiere.

L'acciaio delle lamiere deve essere di qualità ed avere di norma caratteristiche meccaniche e chimiche rientranti in uno dei tipi di acciaio saldabili delle tabelle UNI 5335-64 o caratteristiche analoghe purché rientranti nei seguenti limiti:

- carico unitario di rottura a trazione non minore di 34 kg/mm²;
- rapporto tra carico di snervamento e carico di rottura non superiore a 0,80;
- contenuto di carbonio non maggiore di 0,29%;
- contenuto di fosforo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di zolfo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di fosforo e zolfo nel complesso non maggiore di 0,08%;
- contenuto di manganese non maggiore di 1,20%;
- contenuto di carbonio e di manganese tali che la somma del contenuto di carbonio e di 1/6 di quello di manganese non sia superiore a 0,45%.

Le prescrizioni di cui sopra saranno suscettibili di aggiornamento in relazione all'adozione di norme di unificazione internazionale.

Norme di riferimento:

UNI 6363 – Tubi di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua.

UNI EN 10147 – Lamiere e nastri di acciaio per impieghi strutturali, zincati per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.

Tolleranze

La C.M. 5 maggio 1966, n. 2136 stabilisce le seguenti tolleranze:

- spessore della lamiera al di fuori dei cordoni di saldatura:
 - o in meno: 12,5% ed eccezionalmente 15% in singole zone per lunghezze non maggiori del doppio del diametro del tubo;
 - o in più: limitate dalle tolleranze sul peso;
 - o diametro esterno $\pm 1,5\%$ con un minimo di 1 mm.
- diametro esterno delle estremità calibrate dei tubi con estremità liscia per saldatura di testa per una lunghezza non maggiore di 200 mm dalle estremità:
 - o 1 mm per tubi del diametro fino a 250 mm;
 - o 2,5 mm; -1 millimetro per tubi del diametro oltre i 250 mm. L'ovalizzazione delle sezioni di estremità sarà tollerata entro limiti tali da non pregiudicare l'esecuzione a regola d'arte della giunzione per saldatura di testa.
- sul diametro interno del bicchiere per giunti a bicchiere per saldatura: + 3 mm. Non sono ammesse tolleranze in meno;
- sul peso calcolato in base alle dimensioni teoriche ed al peso specifico di 7,85 kg/cm³ sono ammesse le seguenti tolleranze:
 - o sul singolo tubo: + 10%; -8%;
 - o per partite di almeno 10 t: +/-7,5%.

Tipologie tubi

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura o con saldatura. Ad ogni diametro corrisponde una pressione massima d'esercizio.

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

Tubi senza saldatura

I tubi secondo i prospetti 3.1 (Composizione chimica percentuale) e 3.2 (Caratteristiche meccaniche e tecnologiche a temperatura ambiente) della UNI 663 sono classificati nelle seguenti categorie:

- tubi commerciali;
- tubi di classe normale;
- tubi di classe superiore.

I tubi sono forniti in lunghezze commerciali variabili da 4 a 8 m, con tolleranze di +10 mm per i tubi fino a 6 m e di +15 mm per tubi oltre 6 m.

Per i tubi commerciali, le tolleranze su diametro esterno, spessore sono stabilite dal punto 4.5 della UNI 663.

Per i tubi di classe normale e superiore, le tolleranze su diametro esterno e spessore sono stabilite dal punto 5.5 della UNI 663.

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

Norme di riferimento

UNI 663 – Tubi senza saldatura di acciaio non legato. Tubi lisci per usi generici. Qualità, prescrizioni e prove.

UNI 7287 – Tubi con estremità lisce senza saldatura, di acciaio non legato di base.

UNI 8863 – Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettabili secondo UNI ISO 7/1.

UNI EN 10208-1 – Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A.

UNI EN 10208-2 – Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B.

Tubi con saldatura

Per l'accettazione dei tubi con saldatura si farà riferimento alle seguenti norme:

UNI 7288 – Tubi con estremità lisce saldati, di acciaio non legato di base.

UNI 7091 – Tubi saldati di acciaio non legato. Tubi lisci per usi generici.

Designazione e marcatura dei materiali

La designazione dei tubi d'acciaio comprenderà:

- denominazione tubo;
- norma UNI di riferimento;
- diametro esterno.

Altre indicazioni facoltative sono:

- tolleranze sulla lunghezza;
- lunghezza se diversa da quella normale.

Rivestimento interno

Il rivestimento esterno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti. Lo spessore minimo del rivestimento è previsto dal Prospetto vii in base alla classe prescelta della UNI 5256.

I tubi sono trattati all'interno con un adeguato rivestimento a protezione della superficie metallica dall'azione aggressiva del liquido convogliato. I rivestimenti più impiegati sono:

- bitume di 2-4 mm di spessore;

- con resine epossidiche di 0,5-1 mm;
- a base di polveri poliammidiche applicate per proiezione elettrostatica e polimerizzate in forno.

La malta cementizia centrifugata, opportunamente dosata, per il rivestimento interno deve essere costituita unicamente da acqua potabile, sabbia fine quarzosa e cemento Portland. Le caratteristiche meccaniche del rivestimento interno devono essere tali da caratterizzarlo come un vero e proprio tubo in cemento autoportante di elevata resistenza, per il quale il tubo dovrà agire praticamente come armatura.

Norme di riferimento

UNI ISO 5256 – Tubi ed accessori di acciaio impiegati per tubazioni interrate o immerse. Rivestimento esterno e interno a base di bitume o di catrame.

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

UNI ISO 4179 – Tubi di ghisa sferoidale per condotte con e senza pressione. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Prescrizioni generali.

Rivestimento esterno

I rivestimenti esterni delle tubazioni in acciaio possono essere realizzati mediante (UNI ISO 5256):

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

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

La classe di spessore (i, ii, iii e iv) del rivestimento deve essere scelta in base al prospetto vi e con riferimento alle caratteristiche di cui al punto 7.1.2 (Spessore) della citata UNI ISO 5256.

Per ulteriori sistemi di rivestimento (protezione catodica, antisolare, ambiente aggressivo, meccanica, ecc.) si rimanda al punto 4.1 della norma UNI ISO 5256.

La protezione meccanica con feltro o altro materiale simile deve essere applicata sul rivestimento ancora caldo e non indurito e prima dell'applicazione della protezione antisolare. Negli altri la protezione meccanica può essere applicata durante la posa in opera della tubazione.

I rivestimenti di cui sopra possono essere realizzati in cantiere dopo il montaggio della tubazione o in stabilimento. In generale la superficie da rivestire deve essere opportunamente preparata e pulita per l'applicazione del rivestimento per favorirne l'aderenza.

Tabella – Tubazioni in acciaio serie leggera

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

Tabella – Tubazioni in acciaio serie media

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno	Massa lineica	
----	------------------	----------	------------------	---------------	--

	D [mm]	s [mm]	max [mm]	min [mm]	Estremità lisce [kg/m]	Estremità filettate e manicottate [kg/m]	Designazione abbreviata della filettatura
10	17,2	2,3	17,5	16,7	0,893	0,845	3/8
15	21,3	2,6	21,8	21,0	1,21	1,22	½
20	26,9	2,6	27,3	26,5	1,56	1,57	¾
25	33,7	3,2	34,2	33,3	2,41	2,43	1
32	42,4	3,2	42,9	42,0	3,10	3,13	1 ¼
40	48,3	3,2	48,8	47,9	3,56	3,60	1 ½
50	60,3	3,6	60,8	59,7	5,03	5,10	2
65	76,1	3,6	76,6	75,3	6,42	6,54	2 ½
80	88,9	4,0	89,5	88,00	8,36	8,53	3
100	114,3	4,5	115,0	113,1	12,2	12,5	4

Tabella – Tubazioni in acciaio serie pesante

DN	Diametro esterno	Spessore	Diametro esterno		Massa lineica		Designazione abbreviata della filettatura
	D [mm]	s [mm]	max [mm]	min [mm]	Estremità lisce [kg/m]	Estremità filettate e manicottate [kg/m]	
10	17,2	2,9	17,5	16,7	1,02	1,03	3/8
15	21,3	3,2	21,8	21,0	1,4	1,45	½
20	26,9	3,2	27,3	26,5	1,87	1,88	¾
25	33,7	4,0	34,2	33,3	2,93	2,95	1
32	42,4	4,0	42,9	42,0	3,79	3,82	1 ¼
40	48,3	4,0	48,8	47,9	4,37	4,41	1 ½
50	60,3	4,5	60,8	59,7	6,19	6,26	2
65	76,1	4,5	76,6	75,3	7,93	8,05	2 ½
80	88,9	5,0	89,5	88,9	10,3	10,5	3
100	114,3	5,4	115,0	113,1	14,5	14,8	4

Tabella 48.4 – Valori di tolleranza per i tubi in acciaio con riferimento alla norma UNI 8863

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

Tubazioni in gres

I tubi e gli elementi complementari in gres devono essere realizzati con impasti omogenei di argille idonee sottoposte successivamente a cottura ad alte temperature. Le superfici degli elementi possono essere verniciate sia internamente sia esternamente, ad eccezione del bicchiere di giunzione e della punta delle canne. Sono ammessi piccoli difetti visivi, quali asperità sulla superficie.

La norma UNI EN 295 definisce le esigenze cui devono conformarsi i tubi e gli elementi complementari di gres a giunzione flessibile con o senza manicotto destinati alla costruzione di sistemi di fognatura.

Norme di riferimento

Per gli elementi in gres si farà riferimento alle norme di seguito riportate.

a) Tubi

UNI EN 295-1 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Specificazioni.

UNI EN 295-2. Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Controllo della qualità e campionamento.

UNI EN 295-3 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Metodi di prova.

UNI EN 295-4 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per elementi complementari speciali, elementi di adattamento ed accessori compatibili.

UNI EN 295-5 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per i tubi perforati e per gli elementi complementari di gres.

UNI EN 295-6 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per pozzetti di gres.

UNI EN 295-7 - Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami - Requisiti per tubi e sistemi di giunzione di gres per tubazioni con posa a spinta.

b) *Mattoni, mattonelle e fondi fogna di gres per condotte di liquidi*

UNI 9459 - Mattoni, mattonelle e fondi fogna di gres per condotte di liquidi. Caratteristiche e prove.

Tubazioni in pvc

I tubi, i raccordi, le valvole e le attrezzature ausiliarie in pvc per condotte di fluidi in pressione devono rispettare le caratteristiche UNI EN 1452 (varie parti):

UNI EN 1452-1 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d’acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Generalità.

UNI EN 1452-2 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC). Tubi.

UNI EN 1452-3 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d’acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Raccordi.

UNI EN 1452-5 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d’acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Idoneità all’impiego del sistema.

Tubi per condotte interrate di convogliamento di gas combustibili

Le caratteristiche delle tubazioni di pvc rigido (non plastificato) per condotte interrate di convogliamento di gas combustibili devono fare riferimento alla UNI 7445 ed in particolare al prospetto iii.

La serie degli spessori del tubo, scelto in relazione alla classe di intensità di traffico (1, 2 e 3) e alla profondità di interramento (a, b, c) sarà indicato con R, S e Q conformemente al prospetto 1 della UNI 7445.

I diametri esterni e le relative tolleranze, lo spessore e le relative tolleranze in funzione della serie (Q, R e S) faranno riferimento al prospetto ii della UNI 7445.

Designazione e marcatura

La designazione deve comprendere:

- denominazione;
- diametro esterno;
- serie di spessori;
- norma di riferimento.

La marcatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare:

- indicazione del materiale;
- diametro esterno;
- l’identificazione del produttore;
- data di fabbricazione.

Raccordi

Per le caratteristiche costruttive, dimensionali e di accettazione dei raccordi si farà riferimento alla norma UNI 7446.

Giunzioni

Le giunzioni potranno essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di tipo rigido, effettuate a mezzo di incollaggi e/o saldature, sia di tipo elastico, effettuate a mezzo di idonei anelli elastomerici di tenuta. La tenuta è assicurata dalla compressione radiale della guarnizione elastomerica.

Potranno essere del tipo a bicchiere incollato, del tipo a bicchiere incollato e saldato, del tipo a manicotto incollato (e saldato), del tipo a vite e manicotto ed infine del tipo a flangia mobile.

La norma UNI 7447 prescrive che la tenuta idraulica di questo tipo di giunto (per tubi e raccordi) deve essere assicurata nelle seguenti condizioni: pressione idrostatica interna di 0,5 bar in condizioni di deformazione diametrale massima ammissibile del tubo (5%) nelle vicinanze della giunzione; pressione idrostatica interna 0,5 bar in condizioni di deviazione angolare (2°) forzata oltre il libero gioco permesso dalla giunzione; pressione idrostatica esterna 0,5 bar o depressione interna di 0,3 bar.

Tabella – Pressione di esercizio dei tubi in pvc secondo diversi parametri

Categoria	Temperatura [°C]	Spessori				
		1	2	3	4	5
PVC 60	20	0,25	0,40	0,60	1,00	1,60
	40	0,10	0,16	0,25	0,60	1,00
	60	-	-	-	0,10	0,25
PVC 100	20	0,40	0,60	1,00	1,60	-
	40	0,25	0,40	0,60	1,00	-
	60	-	-	0,10	0,25	-

Tabella – Valori di tolleranza dei tubi in pvc

Diametro	Diametro esterno medio		Diametro esterno			
			Serie spessori 1, 2		Serie spessori 3, 4, 5	
	min	max	min	max	min	max
6	6,0	6,3	-	-	5,7	6,3
8	8,0	8,3	-	-	7,7	8,3
10	10,0	10,3	-	-	9,7	10,3
12	12,0	12,3	-	-	11,7	12,3
16	16,0	16,3	-	-	15,7	16,3
20	20,0	20,3	-	-	19,7	20,3
25	25,0	25,3	-	-	24,7	25,3
32	32,0	32,3	-	-	31,7	32,3
40	40,0	40,3	38,8	41,2	39,7	40,3
50	50,0	50,3	48,5	51,5	49,7	50,3
63	63,0	63,3	61,5	64,9	62,7	63,3

Tabella – Tolleranze ammesse per i tubi in pvc

Diametro	Serie spessori				
	1	2	3	4	5
6		.	-	-	1,0 ^{+0,3}
8	-	-	-	-	1,0 ^{+0,3}
10	-	-	-	1,0 ^{+0,3}	1,2 ^{+0,4}
12	-	-	-	1,0 ^{+0,3}	1,5 ^{+0,4}
16	-	-	-	1,6 ^{+0,4}	1,9 ^{+0,4}
20	-	-	-	1,6 ^{+0,4}	2,4 ^{+0,5}
25	-	-	1,6 ^{+0,4}	1,9 ^{+0,4}	3,0 ^{+0,5}
32	-	-	1,6 ^{+0,4}	2,4 ^{+0,5}	3,8 ^{+0,6}
40		1,8 ^{+0,4}	2,0 ^{+0,4}	3,0 ^{+0,5}	4,7 ^{+0,7}
50	-	1,8 ^{+0,4}	2,4 ^{+0,5}	3,7 ^{+0,6}	5,9 ^{+0,8}
63	1,8 ^{+0,4}	1,9 ^{+0,4}	3,0 ^{+0,5}	4,7 ^{+0,7}	7,5 ^{+1,0}

Tubazioni di fibrocemento

Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico per sistemi a gravità

I tubi in fibrocemento devono essere costituiti principalmente da cemento o silicato di calcio rinforzato con fibre. Per le caratteristiche del cemento si rimanda alla UNI ENV 197-1.

La legge 27 marzo 1992, n. 257, “Norme per la cessazione dell’impiego dell’amianto”, ha vietato la fabbricazione e l’impiego di manufatti d’amianto cemento, fissando severe disposizioni per lo smaltimento dei rifiuti di tale materiale, pertanto è consentito l’impiego solo di prodotti nt (tecnologia senza amianto).

I tubi potranno essere forniti con estremità lisce oppure con un’estremità liscia e l’altra a bicchiere.

I tubi sono classificati secondo la resistenza minima alla compressione in tre classi in base al carico agente sulla superficie interna unitaria: 60, 90 e 120 kN/m². In particolare i carichi minimi di rottura devono essere conformi a quelli del prospetto 7 della UNI 588-1, valido per diametro nominale fino a 1.000, per diametri nominali superiori dovrà farsi riferimento a quanto riportato al punto 4.7.1 della UNI 588-1.

Per l’accettazione da parte del direttore dei lavori, i tubi devono essere privi di scheggiature, difetti di lavorazione ed irregolarità.

La superficie interna dei tubi dovrà essere regolare e liscia.

I diametri nominali devono essere conformi a quelli indicati nel prospetto 1 della UNI 588-1.

La lunghezza nominale dei tubi dovrà corrispondere a quella indicata nel prospetto 2 della UNI 588-1.

Marcatura e denominazione

La marcatura sul tubo richiesta dal punto 4.11 della UNI 588-1 dovrà essere durevole.

Essa deve contenere come minimo:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- produttore;
- data di produzione;
- classe;
- serie (se necessario);
- certificazione organismo di controllo;
- sigla nt.

La denominazione dei tubi e degli accessori dovrà riportare:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- lunghezza;
- serie (se necessario);
- sigla nt.

In particolare per i giunti la marcatura dovrà riportare:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- produttore;
- data di produzione;
- classe;
- sigla nt.

Giunti, raccordi e guarnizioni

I giunti per i tubi potranno essere a bicchiere o a manicotto. I giunti e i raccordi devono presentare caratteristiche non inferiori a quelle dei corrispondenti tubi. Le parti dei giunti non di fibrocemento devono soddisfare le norme vigenti per i relativi materiali.

I giunti devono resistere a una pressione idrostatica interna o esterna di 100 ± 10 kPa. I giunti, durante la prova di tenuta, non devono manifestare perdite o trasudamento.

Le guarnizioni elastiche di tenuta, realizzate a base di gomma naturale o sintetica, devono essere conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 681/1 (elementi di tenuta in elastomero) o di altra specifica normativa emanata sull'argomento.

Controllo della qualità

I prodotti, con riferimento al punto 7 della UNI 588-1, devono essere sottoposti alle seguenti procedure di controllo:

- controllo iniziale dei prodotti (punto 7.2 della UNI 588-1);
- controllo interno della qualità (punto 7.3 della UNI 588-1);
- controllo effettuato da idoneo istituto di controllo esterno (punto 7.4 della UNI 588-1).

Tubi in polietilene reticolato (PE-X)

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

UNI 9338 -Tubi di materie plastiche per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Tubi di polietilene reticolato (PE-X). Tipi, dimensioni e requisiti.

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

Per il convogliamento di fluidi caldi ad uso non alimentare in esercizio continuo dovrà impiegarsi il tipo 314, mentre per il convogliamento di fluidi alimentari e sanitari caldi dovrà utilizzarsi il tipo 315.

Tubi in polipropilene (PP)

Per le caratteristiche dei tubi in polipropilene (PP), ricavati osmopolimeri e/o cosmopolimeri del propilene, si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI 8318 - Tubi di polipropilene (PP) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti.

UNI 8321 - Tubi di polipropilene (PP). Metodi di prova.

Nel caso di utilizzo di fluidi alimentari o acqua potabile dovrà impiegarsi il tipo 312, in grado di sopportare, in pressione, temperature fino 100°C. In generale per le pressioni di esercizio in funzione della temperatura e della pressione nominale si rimanda a quanto prescritto dalla norma UNI 8318.

Tubi in polietilene ad alta densità (PE a.d.)

I tubi per condotte di scarico interrate saranno individuati come tipo 303 di cui al Prospetto i della UNI 7613.

La norma UNI 7613 prevede diametri nominali, coincidenti con i diametri esterni medi, dal DN 110 al DN 1200.

La pressione nominale PN corrispondente sarà di 3,2 bar e i tubi devono essere conformi, per diametri (esterno ed esterno medio), spessori e relative tolleranze al prospetto ii (Dimensioni) di cui al punto 5 della UNI 7613.

I valori dei diametri esterni previsti sono: 110, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 710, 800, 900, 1.000 e 1.200.

Le condizioni d'impiego sono previste dalla UNI 7613.

I tubi devono essere forniti in barre di 6,00 m o 12,00 m secondo disposizione.

Per gli ulteriori requisiti si rimanda al prospetto iii (Requisiti) della UNI 7613 che prevede:

- esame dell'aspetto, da eseguirsi con riferimento al punto 4.1 della UNI 7615;

- verifica delle tolleranze sul diametro esterno medio, sul diametro esterno qualunque, sullo spessore e sulla lunghezza, da eseguirsi con riferimento al punto 4.2 della UNI 7615;
- prova di tenuta idraulica alla pressione interna dei tubi e dei giunti da eseguirsi con riferimento al punto 4.3 della UNI 7615;
- tensioni interne dei tubi e dei giunti da eseguirsi con riferimento al punto 4.4 della UNI 7615;
- resistenza alla pressione interna da eseguirsi con riferimento al punto 4.5 della UNI 7615;
- resistenza chimica nei confronti dei fluidi: UNI ISO/TR 7474.

Raccordi per le tubazioni per la distribuzione dell'acqua

I raccordi per le tubazioni per la distribuzione dell'acqua devono rispondere alle prescrizioni della UNI 10910-3 e C.M. 2 dicembre 1978, n. 102 emanata dal Ministero della Sanità.

Per i raccordi a serraggio meccanico in materiale plastico valgono i requisiti della norma UNI 9561.

Designazione e marcatura

La designazione dei tubi in PE a.d. dovrà comprendere: la denominazione, l'indicazione del tipo, il valore del diametro D, la pressione nominale pn, il riferimento alla citata norma.

La marcatura dei tubi dovrà comprendere:

- l'indicazione del materiale (PE a.d.);
- il tipo; il valore del diametro esterno D;
- la pressione nominale pn;
- il marchio di fabbrica;
- il periodo di produzione.

Norme di riferimento

I tubi di polietilene ad alta densità (PE a.d.) devono rispondere rispettivamente alle seguenti norme UNI:

UNI ISO/TR 7474 - Tubi e raccordi di polietilene ad alta densità (PE a.d.). Resistenza chimica nei confronti dei fluidi.

UNI 7611 - Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti.

UNI 7612 - Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti.

UNI 7613 - Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e requisiti.

UNI 7615 - Tubi di polietilene ad alta densità. Metodi di prova.

UNI 7616 - Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Metodi di prova.

Tabella - Diametri e spessori dei tubi in PE a.d.

Diametro	Diametro esterno medio		Pressioni nominali				
	min	max	2,5	4	6	10	16
10	10,0	10,3	-	-	-	-	2,0
12	12,0	12,3	-	-	-	-	2,0
16	16,0	16,3	-	-	-	2,0	2,3
20	20,0	20,3	-	-	-	2,0	2,8
25	25,0	25,3	-	-	2,0	2,3	3,5
32	32,0	32,3	-	-	2,0	3,0	4,5
40	40,0	40,4	-	2,0	2,3	3,7	5,6

50	50,0	50,5	-	2,0	2,0	3,7	5,6
63	63,0	63,6	2,0	2,5	3,6	5,8	8,7
75	75,0	75,7	2,0	2,9	4,3	6,9	10,4
90	90,0	90,9	2,2	3,5	5,1	8,2	12,5
110	110,0	110,0	2,7	4,3	6,3	10,0	15,2
125	125,0	126,2	3,1	4,9	7,1	11,4	17,3
140	140,0	141,3	3,5	5,4	8,0	12,8	19,4
160	160,0	161,5	3,9	6,2	9,1	14,6	22,1
180	180,0	181,7	4,4	7,0	10,2	16,4	24,9
200	200,0	201,8	4,9	7,7	11,4	18,2	27,6
225	225,0	227,1	5,5	8,7	12,8	20,5	31,1
250	250,0	252,3	6,1	9,7	14,2	22,8	34,5
280	280,0	282,6	6,9	10,8	15,9	25,5	-
315	315,0	317,9	7,7	12,2	17,9	28,7	-
355	355,0	358,2	8,7	13,7	20,1	32,3	-
400	400,0	403,6	9,8	15,4	22,7	36,4	-
450	450,0	454,1	11,0	17,4	25,5	41,0	-
500	500,0	504,5	12,2	19,3	28,3	-	-

Tubi in rame

Impieghi

I requisiti, i criteri per il campionamento, i metodi di prova e le condizioni di fornitura dei tubi di rame sono quelli previsti dalla norma UNI EN 1057 - Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.

Le prescrizioni della norma UNI si applicano ai tubi rotondi di rame senza saldatura aventi un diametro esterno da 6 mm fino a 267 mm, impiegati per:

- le reti di distribuzione per acqua calda e acqua fredda;
- gli impianti di riscaldamento ad acqua calda, inclusi gli impianti a pannelli radianti;
- la distribuzione di combustibili domestici gassosi e liquidi;
- lo smaltimento di acqua di scarico sanitario.

Con riferimento all'art. 125, comma 1, lettera d) del R.D. 3 febbraio 1901, n. 45, Regolamento generale sanitario (G.U. 21 febbraio 1901, n. 44), è vietato vendere qualsiasi oggetto destinato a porsi in contatto diretto con sostanze alimentari e bevande che sia fatti di rame od ottone e non rivestito internamente di stagnature o saldati con lega di stagno e piombo contenente di questo ultimo più del 10%; il divieto non concerne i tubi di rame elettrolitico delle condotte per acqua potabile nell'interno delle abitazioni, che sono ammessi sempre che siano osservate le seguenti prescrizioni:

1. il materiale rame elettrolitico può essere impiegato esclusivamente per tubazioni nell'interno delle abitazioni;
2. il materiale rame elettrolitico, per quanto riguarda la composizione chimica, deve avere un titolo di purezza non inferiore al 99,90% di rame, comprese eventuali minime tracce di argento e non deve contenere fosforo in quantità superiore a gr 0,04 per cento;
3. i tubi di rame elettrolitico, che non contengono fosforo o che lo contengono in misura inferiore a gr 0,015 per cento, all'esame microscopico eseguito con un ingrandimento di 75 diametri devono dimostrarsi esenti da ossido rameoso;
4. l'acqua erogata deve contenere al massimo 3 milligrammi di rame per litro dopo contatto stagnante per 16 ore con i tubi e solamente per i primi 10 giorni di esercizio. Dopo tale periodo la quantità di rame disciolta non deve superare mg 1,5 per litro;

5. le ditte produttrici devono apporre sui tubi di rame apposita punzonatura, intervallata ogni 60 cm sulla quale siano indicati: il marchio di fabbrica, il nome della ditta produttrice, l'anno di fabbricazione, il titolo di purezza del materiale.

Designazione

La designazione del tubo di rame deve riportare i seguenti dati:

- denominazione (tubo di rame);
- norma UNI EN 1057;
- stato metallurgico del materiale indicato dal prospetto 1 della norma UNI EN 1057;
- dimensioni nominali della sezione.

Tolleranze

Le tolleranze del diametro esterno deve rispettare i limiti previsti dal prospetto 4 della norma UNI EN 1057.

Le tolleranze dello spessore di parete, espresse in percentuale, sono indicate nel prospetto 5 della citata norma.

Condizioni dello stato superficiale

Le superfici esterne ed interne dei tubi di rame devono essere pulite e lisce. Il direttore dei lavori dovrà accertarsi che la superficie interna non contenga pellicole nocive né presenti un livello di carbonio sufficientemente elevato da consentire la formazione di tali pellicole durante la posa in opera.

Prove di curvatura, allargamento e bordatura

Prima della posa in opera il direttore dei lavori dovrà fare eseguire le prove di curvatura, allargamento e bordatura in relazione al diametro del tubo, come previsto dal prospetto 7 della norma UNI EN 1057.

La prova di allargamento deve essere eseguita in conformità alle disposizioni della norma EN 10234.

Verifica di qualità

L'appaltatore dovrà fornire i risultati delle prove di qualità fatte eseguire dal produttore con riferimento al prospetto 8 della norma UNI EN 1057.

Marcatura

La norma UNI EN 1057 prescrive che i tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 10 mm fino a 54 mm compresi devono essere marcati in modo indelebile sulla lunghezza ad intervalli ripetuti non maggiori di 600 mm, riportando almeno le seguenti indicazioni:

- norma EN 1057;
- dimensioni nominali della sezione: diametro esterno x spessore di parete;
- identificazione dello stato metallurgico mediante l'apposito simbolo;
- marchio di identificazione del produttore;
- data di produzione.

I tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 6 mm fino a 10 mm escluso, oppure diametro maggiore di 54 mm, devono essere marcati analogamente, in modo leggibile, almeno in corrispondenza di entrambe le estremità.

Prove per verificare l'assenza di difetti

La verifica dell'assenza di difetti, con riferimento all'appendice C della norma UNI EN 1057, potrà essere confermata mediante le seguenti prove:

- controllo mediante le correnti indotte;
- prova idrostatica;
- prova pneumatica.

Tabella – Tubazioni in rame serie leggera

Diametro esterno	Spessore	Massa lineica
------------------	----------	---------------

[mm]	[mm]	[kg/m]
6	0,75	0,110
8	0,75	0,152
10	0,75	0,194
12	0,75	0,238
14	0,75	0,278
15	0,75	0,299
16	0,75	0,320
18	0,75	0,362
22	1	0,587
28	1	0,755
35	1,2	1,134
42	1,2	1,369
54	1,5	2,202
64	2	3,467
76,1	2	4,143
88,9	2	4,859
108	2,5	7,374

Tabella – Tubazioni in rame serie pesante

Diametro esterno [mm]	Spessore [mm]	Massa lineica [kg/m]
6	1	0,140
8	1	0,198
10	1	0,252
12	1	0,308
14	1	0,363
15	1	0,391
16	1	0,419
18	1	0,475
22	1,5	0,859
28	1,5	1,111
35	1,5	1,405
42	1,5	1,699
54	1,2	2,908
76,1	2,5	5,144
88,9	2,5	6,039
108	3	8,807

Tabella – Valori di tolleranza per i diametri esterni dei tubi in rame con riferimento alla norma UNI 6507

Diametro esterno	Scostamenti limite	
	Diametro medio	Diametro esterno
6-18	± 0,045	-
22-28	± 0,055	-
35-54	± 0,07	-
64-76,1	± 0,07	± 0,08
88,9	± 0,07	± 0,10
108	± 0,07	± 0,12

Tabella – Valori di tolleranza sugli spessori dei tubi in rame

Diametro nominale	Spessore						
	0,75	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3
6	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
8	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
10	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
12	± 0,10	± 0,13	-	-	-	-	-
14	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
14	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
15	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
16	± 0,11	± 0,14	-	-	-	-	-
18	± 0,11	± 0,15	-	-	-	-	-
22	-	± 0,15	-	± 0,21	-	-	-
28	-	-	-	± 0,21	-	-	-
35	-	-	± 0,17	± 0,23	-	-	-
42	-	-	± 0,17	± 0,23	-	-	-

54	-	-	-	$\pm 0,25$	$\pm 0,32$	-	-
64	-	-	-	-	$\pm 0,32$	-	-
76,1	-	-	-	-	$\pm 0,32$	$\pm 0,40$	-
88,9	-	-	-	-	$\pm 0,32$	$\pm 0,40$	$\pm 0,50$
108	-	-	-	-	-	$\pm 0,40$	$\pm 0,50$

Tubi in ghisa sferoidale

I tubi e i raccordi in ghisa sferoidale secondo la norma UNI EN 545 sono nei seguenti diametri nominali (DN): 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 600, 700, 800, 900, 1.000, 1.100, 1.200, 1.400, 1.500, 1.600, 1.800, 2.000.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Rivestimento interno

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

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

Rivestimento esterno

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

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

Relativamente al rivestimento esterno, per tutto quanto non precisato dal presente articolo, si applicheranno le prescrizioni della UNI ISO 8179.

Raccordi

I raccordi in ghisa sferoidale devono essere conformi alle norme UNI EN 598/95 e/o UNI EN 545.

I raccordi per condotte in pressione devono essere sottoposti in stabilimento a collaudo effettuato con aria ad una pressione di 1 bar oppure ad altra prova di tenuta equivalente (UNI EN 598/95).

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

Protezione esterna in polietilene

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

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

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

Requisiti di accettazione

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

I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte che presentino piccole imperfezioni, inevitabili per i processi di fabbricazione e che non nuociano in alcun modo al loro impiego, o che abbiano subito danneggiamenti durante la movimentazione o in caso di incidenti, potranno essere accettati, previa riparazione e benestare del committente; la riparazione di alcuni difetti o danni dovrà essere eseguita con i metodi appropriati indicati dal produttore.

Marcatura dei tubi e raccordi

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

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

Tubi in alluminio

I tubi in alluminio devono rispondere alla norma:

UNI 10876 - Alluminio e leghe di alluminio. Tubi multistrato di alluminio saldato e polietilene per adduzione fluidi.

Valvole

Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alle norme UNI 7125.

Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma UNI 9157.

Le valvole di sicurezza per apparecchi in pressione devono rispondere alla norma UNI 9335.

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

Pompe

Le pompe centrifughe devono rispondere alle prescrizioni previste dal progetto e rispondere (a seconda dei tipi) alle norme UNI:

UNI EN ISO 9908 - Specifiche tecniche per pompe centrifughe. Classe iii.

UNI EN 22858 - Pompe centrifughe ad aspirazione assiale (pressione nominale 16 bar). Designazione, condizioni nominali di esercizio e dimensioni.

UNI ISO 2548 - Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice di prove d'accettazione. Classe C.

UNI ISO 3555 - Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe B.

UNI EN 733 - Pompe centrifughe ad aspirazione assiale, pressione nominale 10 bar, con supporti. Punto di funzionamento nominale, dimensioni principali, sistema di designazione.

Capitolo 4 - - MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE

ART.32. Osservanza di leggi e di 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 ed i regolamenti appresso richiamati:

- **C.M. 5 maggio 1966, n. 2136** - Istruzioni sull'impiego delle tubazioni in acciaio saldate nella costruzione degli acquedotti.
- **C.M. 2 dicembre 1978, n. 102** - Disciplina igienica concernente le materie plastiche, gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da potabilizzare.
- **D.M. 12 dicembre 1985** - Norme tecniche relative alle tubazioni.
- **C.M. 20 marzo 1986, n. 27291** - D.M. 12 dicembre 1985. Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni.
- **D.M. 20 novembre 1987** - Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.
- **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, esecuzione e 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. 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.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285** - Nuovo codice della strada.
- **D.P.R. 24 luglio 1996, n. 503** - Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche, negli edifici, spazi e servizi pubblici.
- **D.M. 8 gennaio 1997, n. 99** - Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature.
- **Dir.P.C.M. 3 marzo 1999** - Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici.
- **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.
- **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.
- **C.M. 7 maggio 2001, n. 161/318/10** - Norme tecniche per la fabbricazione di tubi destinati alla costruzione di condotte per l'acqua - D.M. 12 dicembre 1985 – Chiarimenti.
- **D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380** – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.
- **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. 22 gennaio 2004, n. 42** – Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.
- **D.M. 6 aprile 2004, n. 174** - Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano.
- **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.M. 14 gennaio 2008** - Norme tecniche per le costruzioni.
- **D.M. 15 gennaio 2008** - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.
- **Legge 4 agosto 2006, n. 248** – Conversione del D.L. 4 luglio 2006. Disposizioni urgenti per il rilancio economico e sociale, per il contenimento e la razionalizzazione della spesa pubblica, nonché interventi in materia di entrate e di contrasto all'evasione fiscale.

Sezione I – Scavi e demolizioni

ART.33. Demolizioni

Interventi preliminari

L'appaltatore prima dell'inizio delle demolizioni deve assicurarsi dell'interruzione degli approvvigionamenti idrici, gas, allacci di fognature, e 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;
- altri materiali tra i quali, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili.

Sbarramento della zona di demolizione

Nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata 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 deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall'alto.

Idoneità delle opere provvisorie

Le opere provvisorie, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza; esse 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.

In particolare per gli elementi metallici devono essere sottoposti a controllo della resistenza meccanica e della preservazione alla ruggine gli elementi maggiormente soggetti ad usura come ad esempio: giunti, spinotti, bulloni, lastre, cerniere, ecc.

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 provvisori 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.

Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione

I lavori di demolizione, come stabilito dall'art. 72 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso ovvero secondo le indicazioni del piano operativo di sicurezza e devono essere condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quegli eventuali edifici adiacenti, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.

La successione dei lavori, quando si tratti di importanti ed estese demolizioni, deve risultare da apposito programma, che deve essere firmato dall'appaltatore, dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e dal direttore dei lavori e deve essere tenuto a disposizione degli ispettori del lavoro.

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 od 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.

Proprietà degli oggetti ritrovati

Il committente, 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 o l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinvenivano nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà pertanto consegnarli al committente, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità ed 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.

Proprietà dei materiali da demolizione

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà del committente; 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.

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 5,00 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 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.

Deve essere evitato in ogni caso che per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi possano derivare danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti o risultare pericolosi per i lavoratori addettivi.

ART.34. Scavi e sbancamenti in generale

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 erroneamente indicati) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

Il cantiere dovrà essere delimitato da recinzione in rete metallica fissata con paletti di ferro o legno, infissi nel terreno o in plinti in calcestruzzo.

Viabilità nei cantieri

Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e dei veicoli.

Le rampe di accesso al fondo degli scavi di splateamento o di sbancamento devono avere una carreggiata solida, atta a resistere al transito dei mezzi di trasporto di cui è previsto l'impiego, ed una pendenza adeguata alla possibilità dei mezzi stessi.

La larghezza delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 70 cm, oltre la sagoma di ingombro del veicolo. Qualora nei tratti lunghi il franco sia limitato a un solo lato, devono essere realizzate piazzuole o nicchie di rifugio ad intervalli non superiori a 20,00 m lungo l'altro lato.

I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.

Le alzate dei gradini ricavati in terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti.

Alle vie di accesso e ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

Splateamento e sbancamento

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco, secondo le prescrizioni dell'art. 12 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono avere un'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 1,50 m 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 provvedersi all'armatura o al consolidamento del terreno.

Nei lavori di scavo eseguiti con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo. Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore

di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

Scavo a sezione obbligata: pozzi, scavi e cunicoli

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 m, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, secondo le prescrizioni dell'art. 13 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi almeno 30 cm rispetto al livello del terreno o stradale.

Nello scavo dei cunicoli, salvo che si tratti di roccia che non presenti pericolo di distacchi, devono predisporre idonee armature per evitare franamenti della volta e delle pareti. Dette armature devono essere applicate man mano che procede il lavoro di avanzamento; la loro rimozione può essere effettuata in relazione al progredire del rivestimento in muratura.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano edifici o manufatti, le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

Nell'infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine, con pericolo per i lavoratori.

Nei lavori in pozzi di fondazione profondi oltre 3,00 m deve essere disposto, a protezione degli operai addetti allo scavo e all'esportazione del materiale scavato, un robusto impalcato con apertura per il passaggio della benna.

Scavi in presenza d'acqua. Prosciugamento

Si ritengono scavi subacquei quelli eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto un livello costante determinato da acque sorgive nelle cavità di fondazione, sia dopo un parziale prosciugamento con pompe sia dopo la predisposizione di canali di drenaggio.

Se l'appaltatore, in caso di acque sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è facoltà della direzione dei lavori ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei o il prosciugamento.

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. Quando la direzione dei lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi saranno eseguiti in economia, e l'appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in muratura o in c.a. al fine di prevenire il dilavamento delle malte.

Impiego di esplosivi

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

Deposito di materiali in prossimità degli scavi

È vietato, secondo le prescrizioni dell'art. 14 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi, soprattutto se privi delle necessarie armature, in quanto il materiale accumulato può esercitare pressioni tali da provocare frane.

Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro si deve provvedere alle necessarie puntellature.

Presenza di gas negli scavi

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, come stabilisce l'art. 15 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono essere adottate idonee misure di sicurezza 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 sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o l'irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare un'efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata un'efficace e continua aerazione.

Quando è stata 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.

Nei casi sopra previsti i lavoratori devono operare in abbinamento nell'esecuzione dei lavori.

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, la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe, scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio ai lavori di sistemazione, varianti, allargamenti ed attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta ad informarsi se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi esistono cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature). In caso affermativo l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere (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 quelle cautele opportune per evitare danni alle opere suaccennate.

Il maggior onere al quale l'impresa dovrà sottostare per l'esecuzione dei lavori in dette condizioni si intende compreso e compensato con i prezzi di elenco.

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 oltre che, naturalmente, alla direzione dei lavori.

Rimane stabilito che nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unica responsabile rimane l'impresa, restando del tutto estraneo il committente e la direzione dei lavori da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

Fanno comunque carico al committente gli oneri relativi a spostamenti temporanei e/o definitivi dei cavi o condotte che si rendessero necessari.

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, siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

ART.35. Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi

L'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione, prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

ART.36. Riparazione di sottoservizi

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati con o senza incuria dall'impresa durante gli scavi e demolizioni e certificati dalla direzione dei lavori.

Sezione II – Opere di fondazione

ART.37. 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 ed adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando 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 ed 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 c.a. 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, dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

ART.38. Paratie e diaframmi

Generalità

La paratia o il diaframma costituiscono una struttura di fondazione infissa o costruita in opera a partire dalla superficie del terreno con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua e a sostegno di scavi.

Le paratie e i diaframmi potranno essere:

- del tipo a palancole metalliche infisse;
- del tipo a palancole prefabbricate con calcestruzzo armato centrifugato infisse;
- del tipo a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati;
- a diaframma gettato in opera di calcestruzzo armato;

Devono essere precisate le modalità di esecuzione con particolare riguardo agli accorgimenti previsti per garantire i getti dagli eventuali dilavamenti e sottopressioni, nonché la natura e le caratteristiche dei materiali che saranno impiegati.

Palancole infisse

Paratie a palancole metalliche infisse

Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali:

- adeguata resistenza agli sforzi di flessione;
- facilità di infissione;
- impermeabilità delle giunzioni;
- facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto);
- elevata protezione contro le corrosioni.

L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso.

Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole, comprensivo della relativa cuffia.

Devono essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali, così da garantire la guida alla successiva palanca.

A tale scopo gli incastri prima dell'infissione devono essere riempiti di grasso.

Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura, potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palanca.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della direzione dei lavori non fossero tollerabili, la palanca dovrà essere rimossa e reinfissa, o sostituita se danneggiata.

Per ulteriori informazioni si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme: UNI EN 10248-1, UNI EN 10248-2, UNI EN 10249-1, UNI EN 10249-2.

Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato

Le palancole prefabbricate saranno centrifugate a sezione cava.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm² e dovrà essere esente da porosità o altri difetti. Il cemento sarà ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'altoforno.

Potrà essere richiesto, per infissione con battitura in terreni tenaci, l'inserimento nel getto di puntazza metallica.

L'operazione d'infissione sarà regolata da prescrizioni analoghe a quelle stabilite per i pali in calcestruzzo armato centrifugato di cui al successivo articolo. Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con getto di malta cementizia.

Paratie costruite in opera

Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati

Le paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo. Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

Diaframmi in calcestruzzo armato

In linea generale i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profondità con benna o altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) della lunghezza singola di norma non inferiore a 2,50 m.

Lo scavo verrà eseguito con l'ausilio di fango bentonitico per evacuare i detriti e per il sostegno provvisorio delle pareti.

I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo devono essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, ed acqua, di norma nella proporzione di 8÷16 kg di bentonite asciutta per 100 litri d'acqua, salvo la facoltà della direzione dei lavori di ordinare una diversa dosatura.

Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta.

Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente sostenuta e mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato il getto del conglomerato cementizio con l'ausilio di opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di sotto del livello del fango, al fine di provocare il rifluimento in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguire senza soluzioni di continuità il getto stesso.

Il getto dovrà essere portato fino a una quota superiore di circa 50 cm a quella di progetto.

I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica dell'armatura da parte della direzione dei lavori.

Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare distacchi, discontinuità e differenze nei singoli conci.

L'allineamento planimetrico della benna di scavo del diaframma sarà ottenuto di norma con la formazione di guide o corree in calcestruzzo anche debolmente armato.

Prove e verifiche sul diaframma

Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

ART.39. Fondazioni dirette

Scavi di fondazione

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 della fondazione deve essere scelta in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni da raggiungere della struttura in elevato, alle caratteristiche dei terreni e alle condizioni idrogeologiche.

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

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione della 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.

Nel caso che per eseguire gli scavi si renda necessario deprimere il livello della falda idrica si dovranno valutare i cedimenti del terreno circostante; ove questi non risultino compatibili con la stabilità e la funzionalità delle opere esistenti, si dovranno opportunamente modificare le modalità esecutive. Si dovrà, nel caso in esame, eseguire la verifica al sifonamento. Per scavi profondi si dovrà eseguire la verifica di stabilità nei riguardi delle rotture del fondo.

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 e la situazione effettiva del terreno.

Magrone

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia e il costipamento dello stesso secondo le modalità previste dal presente Capitolato speciale, 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 sarà desunto dagli elaborati progettuali esecutivi.

ART.40. Pali di fondazione¹

Definizioni

Pali infissi

I pali infissi vengono classificati in:

a.1) Pali infissi gettati in opera

I pali infissi gettati in opera sono quelli realizzati riempiendo con calcestruzzo lo spazio interno vuoto di un elemento tubolare metallico fatto penetrare nel terreno mediante battitura o per vibrazione, senza asportazione del terreno medesimo.

I pali infissi gettati in opera si distinguono in:

¹ Riferimenti: RFI: Capitolato costruzioni opere civili – Sez. VII: Pali.

- pali con rivestimento definitivo in lamiera d'acciaio, corrugata o liscia, chiusi alla base con un fondello d'acciaio. Vengono realizzati infiggendo nel terreno il rivestimento tubolare. Dopo l'infissione e l'eventuale ispezione interna del rivestimento, il palo viene completato riempiendo il cavo del rivestimento con calcestruzzo armato;
- pali realizzati tramite infissione nel terreno di un tubo forma estraibile, in genere chiuso alla base da un fondello a perdere. Terminata l'infissione, il palo viene gettato con calcestruzzo, con o senza la formazione di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma viene estratto dal terreno.

a.2) Pali infissi prefabbricati

I pali infissi prefabbricati sono quelli realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione di terreno, eventualmente con l'ausilio di getti d'acqua in pressione alla punta.

A seconda che i pali siano prefabbricati in stabilimento o in cantiere saranno adottate le seguenti tipologie costruttive:

- pali prefabbricati in stabilimento: in calcestruzzo centrifugato ed eventualmente precompresso, di norma a sezione circolare, di forma cilindrica, tronco-conica o cilindro-tronco-conica.
- pali prefabbricati in cantiere: in calcestruzzo vibrato, di norma a sezione quadrata.

Pali trivellati

I pali trivellati sono quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

Pali trivellati ad elica continua

I pali trivellati ad elica continua sono i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente all'immissione del calcestruzzo.

Pali con morsa giracolonna

I pali con morsa giracolonna e i pali trivellati sono realizzati all'interno di tubo forma provvisorio in acciaio, infisso con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna. Tale tipologia è da utilizzare in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti e ove non fosse possibile l'utilizzo di diversa attrezzatura di perforazione.

Micropali

I micropali vengono classificati in:

1) Micropali a iniezione multipla selettiva

I micropali ad iniezione multipla selettiva sono quelli ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro con tubi metallici dotati di valvole di non ritorno, connessi al terreno circostante mediante iniezioni cementizie eseguite a pressione e volumi controllati.

2) Micropali a semplice cementazione

I micropali a semplice cementazione sono quelli realizzati inserendo entro una perforazione di piccolo diametro un'armatura metallica, e solidarizzati mediante il getto di una malta o di una miscela cementizia.

L'armatura metallica può essere costituita:

- da un tubo senza saldature;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armatura costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirale continua.

La cementazione può avvenire a semplice gravità, o a bassa pressione mediante un circuito a tenuta facente capo ad un dispositivo posto a bocca foro.

Pali di medio e grande diametro

Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)

L'appaltatore dovrà indicare alla direzione dei lavori la successione cronologica prevista per le infissioni. Dovrà inoltre assicurare il rispetto delle norme in merito ai limiti delle vibrazioni, comunicando alla direzione dei lavori i provvedimenti che intende adottare nel caso del superamento dei limiti stessi.

Pali trivellati

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione “a secco” senza rivestimento non è ammessa; in casi particolari potrà essere adottata, previa informazione alla direzione dei lavori, solo in terreni fortemente cementati o argillosi caratterizzati da valori della coesione non drenata;
- la perforazione “a secco” è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;
- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ($D_{10} > 4 \text{ mm}$).

Pali trivellati ad elica continua

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.

In terreni compressibili, nelle fasi di getto, dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

Attrezzature di scavo

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'appaltatore alla direzione dei lavori.

Tolleranze dimensionali

I pali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate negli elaborati progettuali esecutivi:

- coordinate planimetriche del centro del palo (rispetto al diametro del palo) $\pm 10\%$ (max 5 cm);
- verticalità $\pm 2\%$;
- lunghezza:
- pali aventi diametro $< 600 \text{ mm}$ $\pm 15 \text{ cm}$;
- pali aventi diametro $> 600 \text{ mm}$ $\pm 25 \text{ cm}$.
- diametro finito $\pm 5 \%$
- quota di testa palo $\pm 5 \text{ cm}$.

Materiali

Armature metalliche

Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

I pali dovranno essere armati per tutta la lunghezza. Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in “gabbie”; i collegamenti dovranno essere realizzati con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti.

Nel caso di utilizzo di acciaio saldabile ai sensi delle norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 è possibile ricorrere alla saldatura (puntatura) delle staffe, o dei cerchioni irrigidenti con i ferri longitudinali, al fine di rendere le gabbie d'armatura in grado di sopportare le sollecitazioni di movimentazione. Per le saldature devono essere rispettate le prescrizioni riportate in questo capitolato relative alle verifiche da eseguire per accertarsi che la saldatura non abbia indotto riduzioni di resistenza nelle barre.

Gli elettrodi o i fili utilizzati devono essere di composizione tale da non introdurre fenomeni di fragilità.

Le armature trasversali dovranno contrastare efficacemente gli spostamenti della barre longitudinali verso l'esterno; le staffe dovranno essere chiuse e risvoltate verso l'interno.

L'interasse delle staffe non dovrà essere superiore a 20 cm e il diametro dei ferri non inferiore a 10 mm. Non è consentito l'uso delle armature elicoidali ove non siano fissate solidamente a ogni spira a tutte le armature longitudinali intersecate.

In corso d'opera la frequenza dei prelievi per le prove di verifica di cui sopra sarà di tre campioni di barra longitudinale e di staffa ogni 200-500 ml di gabbia.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

Al fine di irrigidire le gabbie d'armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre di armatura. Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali; orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà provvedersi un cerchiante ogni 2,5-3 m.

Non è ammessa la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7.5 cm.

Le gabbie di armatura dovranno essere dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura e un copriferro netto minimo di 4-5 cm rispetto al rivestimento definitivo, o di 6-7 cm rispetto al diametro nominale del foro, nel caso di pali trivellati. Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori dovranno essere posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto; ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri, mediante impiego di un adeguato numero di morsetti.

Rivestimenti metallici

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto esecutivo.

Le caratteristiche meccaniche e di rigidità (spessore ed inerzia) dovranno essere sufficienti a consentire il trasporto, il sollevamento e l'infissione senza che gli stessi subiscano danni, ovalizzazioni ecc.

Per i pali battuti, infissi senza alcuna asportazione di terreno, il dimensionamento dei tubi di rivestimento potrà essere fatto con il metodo dell'onda d'urto.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto in modo da resistere alle sollecitazioni di battitura e di ribattitura, evitare infiltrazioni di acqua e non avere sporgenze esterne.

Nel caso di pali da realizzare in ambienti aggressivi la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati (per esempio vernici a base di poliuretano, catrame), previa approvazione del direttore dei lavori.

Fanghi bentonitici

Nella realizzazione delle opere è ammesso esclusivamente l'uso di fanghi bentonitici.

La scelta del tipo di bentonite, certificato dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

Sul fango bentonitico dovranno essere eseguiti controlli di qualità per determinare i seguenti parametri:

- caratteristiche della bentonite;
- caratteristiche dell'acqua;
- densità del fango bentonitico fresco;
- densità, viscosità, temperatura e pH del fango bentonitico pronto per l'impiego;
- caratteristiche del fango bentonitico nell'interno dello scavo, prima del getto;
- contenuto in sabbia del fango $\leq 5\%$;
- densità $\leq 1,15 \text{ t/m}^3$.

Modalità esecutive

Pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo

Attrezzatura

L'infissione del rivestimento dovrà essere eseguita con un battipalo scorrevole su una torre avente guide fisse con perfetto allineamento verticale.

Le caratteristiche del battipalo saranno conformi alle indicazioni di progetto, quando esistenti.

Potranno essere impiegati i seguenti tipi di battipalo:

- battipalo a vapore ad azione singola;
- battipalo a vapore a doppia azione;
- battipalo diesel.

Il battipalo impiegato deve essere in grado di fornire l'energia sufficiente all'infissione entro i terreni presenti nel sito.

La definizione delle caratteristiche minime del battipalo sarà effettuata a cura dell'appaltatore, utilizzando le formule dinamiche oppure l'analisi con il metodo dell'onda d'urto, noti che siano le caratteristiche geometriche del palo, il materiale di costruzione e la portata limite richiesta dal progetto.

La massa battente del battipalo dovrà agire su un cuscino (cuffia o testa di battuta) di cui siano note le caratteristiche geometriche e di elasticità.

Per ogni attrezzatura l'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori le seguenti informazioni:

- marca e tipo del battipalo;
- principio di funzionamento del battipalo;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- n. ___ di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- efficienza E del battipalo;
- caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza costante elastica, coefficiente di costituzione);
- caratteristiche della cuffia (materiale e peso);
- peso degli eventuali adattatori;
- peso del battipalo.

L'efficienza E dovrà essere sempre maggiore del 70%.

Qualora richiesto dalla direzione dei lavori, l'appaltatore dovrà provvedere alla strumentazione del battipalo per la misura della velocità terminale del maglio, onde ricavare, sulla base delle caratteristiche dell'attrezzatura certificate dal costruttore, la reale efficienza E del battipalo.

Tubi di rivestimento

I tubi di rivestimento saranno in acciaio, di qualità, forma e spessore tali da sopportare tutte le sollecitazioni agenti durante l'infissione e da non subire distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno o all'infissione di pali vicini. I rivestimenti saranno chiusi alla base da una piastra in acciaio di resistenza adeguata, comunque di spessore > 3 mm, saldata per l'intera circonferenza al tubo di rivestimento. La piastra sarà priva di sporgenze rispetto al rivestimento; la saldatura sarà tale da prevenire l'ingresso di acqua all'interno per l'intera durata della battitura ed oltre.

È ammesso l'impiego di lamierino di modesto spessore, corrugato, battuto mediante mandrino.

È ammesso l'impiego di rivestimenti a sezione variabile, con raccordi flangiati.

Mandrino

È prevista la possibilità di utilizzare un mandrino di acciaio, di opportune dimensioni e resistenza, allo scopo di eseguire la battitura sul fondello. È ammesso l'impiego di mandrini ad espansione, resi temporaneamente solidali al rivestimento.

È ammesso l'impiego di mandrini speciali per la battitura multipla di rivestimenti a sezione variabile.

Infissione

L'infissione dei rivestimenti tramite battitura avverrà senza estrazione di materiale, con spostamento laterale del terreno naturale.

L'appaltatore dovrà comunicare alla direzione dei lavori il programma cronologico di infissione di tutti i pali, elaborato in modo da rendere minimi gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già realizzati.

È ammessa, se prevista dal progetto, oppure se approvata dalla direzione dei lavori, l'esecuzione della battitura in due o più fasi, con eventuale modifica del procedimento (ad esempio eseguendo la battitura in testa, e prevedendo l'impiego del mandrino in 2^a fase).

Nel caso di utilizzo del mandrino, esso sarà infilato nel rivestimento; se previsto, il mandrino verrà espanso e mantenuto del tutto solidale al tuboforma per l'intera durata dell'infissione, a seguito della quale sarà estratto.

L'inserimento del mandrino nel rivestimento dovrà essere eseguito, se necessario, con l'ausilio di un "palo-pozzo" di diametro superiore a quello dei pali di esercizio.

Il "palo-pozzo" potrà essere trasformato in palo di esercizio, se accettato dalla direzione dei lavori, in funzione delle sue caratteristiche e della sua ubicazione.

Si considererà raggiunto il rifiuto allorquando, con un battipalo pienamente efficiente, si avranno avanzamenti non superiori a 10 cm per 100 colpi di maglio.

Per pali di particolare lunghezza è ammessa la saldatura in opera di due spezzoni di rivestimento, il primo dei quali già infisso; il secondo spezzone, nel corso della saldatura, sarà mantenuto in posizione fissa da un'adeguata attrezzatura di sostegno.

L'infissione dei rivestimenti verrà arrestata quando sarà soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- raggiungimento della quota di progetto;
- misurazione del rifiuto della battitura.

In quest'ultimo caso, la direzione dei lavori avrà facoltà di chiedere all'appaltatore la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, ecc.).

L'appaltatore, previa comunicazione alla direzione dei lavori, potrà eseguire dei prefiori di guida all'infissione per evitare o ridurre i problemi di vibrazione o il danneggiamento di opere o pali già esistenti. Il prefioro avrà diametro massimo inferiore di almeno 20 mm rispetto a

quello esterno della tubazione di rivestimento. Il preforo potrà anche essere richiesto per il raggiungimento delle quote di progetto nel caso di livelli superficiali molto addensati o cementati.

Armature

Le gabbie di armatura saranno assemblate in stabilimento o a piè d'opera in conformità ai disegni progettuali esecutivi e con le specifiche di cui al presente capitolato.

Esse saranno posizionate entro i rivestimenti curando il perfetto centramento mediante l'impiego di opportuni distanziatori e rispettando con precisione le quote verticali prescritte nei disegni di progetto.

Prima del posizionamento si avrà cura di rimuovere eventuali corpi estranei presenti nel cavo e si verificherà che l'eventuale presenza di acqua entro il tubo di rivestimento non superi il limite di 15 cm.

Pali battuti gettati in opera con tubo-forma estraibile

Attrezzatura

L'infissione del tubo-forma provvisorio sarà eseguita con un battipalo conforme alle specifiche per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

Tubi di rivestimento

Le medesime specifiche per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo valgono per le caratteristiche della tubazione provvisoria.

Per l'espulsione del fondello, posto a occludere l'estremità inferiore del tubo-forma, è ammesso l'impiego di un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo-forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta.

È ammesso l'impiego di tubo-forma dotati di fondello incernierato recuperabile.

Infissione

L'infissione sarà effettuata in conformità a quanto specificato per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo con la sola esclusione di quanto non applicabile.

Armature

Valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

Getto del calcestruzzo

Il getto di calcestruzzo avverrà secondo le modalità e le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo, con contemporanea estrazione e accorciamento del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa deve essere tenuta costantemente sotto un battente di calcestruzzo non inferiore a 2,00 m. A questo scopo ogni manovra di accorciamento del rivestimento esterno e del tubo convogliatore deve essere preceduto dalla misurazione del livello del calcestruzzo, tramite l'impiego di uno scandaglio. Lo scandaglio dovrà essere costituito da un grave metallico, del peso di circa 5 kg, di forma cilindrica con fondo piatto, corredato di un filo di sospensione metrato.

Pali vibro-infissi gettati in opera con tubo-forma provvisorio

Attrezzatura

L'energia necessaria per l'infissione sarà applicata in testa al palo utilizzando un battipalo scorrevole su una torre con guide fisse con perfetto allineamento verticale e utilizzando un vibratore a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico.

Le caratteristiche del vibratore (momento di eccentricità, numero di vibrazioni per minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza e accelerazione del minimo) saranno scelte dall'appaltatore in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

Infissione del tubo-forma

Per quanto concerne le caratteristiche del tubo-forma e le modalità di infissione dello stesso valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con tubo-forma estraibile.

L'infissione sarà eseguita fino al raggiungimento delle quote previste nel progetto esecutivo.

La distanza minima e/o l'intervallo di tempo tra l'infissione di due pali adiacenti sarà definita in relazione alla natura dei terreni attraversati. In ogni caso la distanza minima non sarà inferiore a 3 diametri.

Posa dell'armatura e getto del calcestruzzo

Per quanto concerne le caratteristiche dell'armatura e le modalità di getto valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con tubo-forma estraibile.

Completata l'infissione, si provvederà a porre in opera l'armatura entro il tubo-forma e si darà luogo al getto, estraendo man mano, per vibrazione, il tubo-forma provvisorio.

La vibrazione deve favorire l'assettamento del calcestruzzo; per evitare eventuali franamenti del terreno e il conseguente inglobamento di materiale nel getto di calcestruzzo, questo dovrà avere uno slump di 9-10 cm.

L'assorbimento reale di calcestruzzo può eccedere il valore teorico, riferito al diametro nominale del palo, in misura del 10-20%.

Controlli e documentazione

L'appaltatore dovrà redigere per ogni palo una scheda tecnica contenente tutti i dati interessanti il palo:

- n. progressivo del palo (riferito ad una planimetria);
- profondità d'infissione;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- descrizione di eventuali presunte anomalie stratigrafiche;
- tempo necessario per l'infissione;
- grafico degli assorbimenti di calcestruzzo.

Pali battuti prefabbricati

Prefabbricazione dei pali

La prefabbricazione dei pali potrà avvenire in stabilimento di produzione o in cantiere.

a) Pali prefabbricati in stabilimento

I pali dovranno essere costruiti con calcestruzzo centrifugato avente resistenza caratteristica dopo stagionatura $R_{ck} \geq 40$ MPa. Se richiesto, i pali saranno di tipo precompresso con il metodo dei fili d'acciaio aderenti.

I pali troncoconici avranno un diametro esterno rastremato di 1,5 cm per metro lineare, quello interno non superiore alla metà dell'esterno.

b) Pali prefabbricati in cantiere

I pali saranno realizzati con calcestruzzo di caratteristiche in accordo alle prescrizioni per le opere in conglomerato cementizio di questo capitolato. La stagionatura potrà essere naturale in ambiente umido oppure a vapore; in ogni caso i pali dovranno raggiungere caratteristiche di resistenza alla compressione e all'urto tali da permetterne l'infissione nelle condizioni stratigrafiche del sito senza lesioni e rotture.

Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite da una o due spirali in filo lucido crudo esterne ai ferri longitudinali. Le armature verranno pre-assemblate in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro. Le gabbie di armature avranno un copriferro netto minimo rispetto alla superficie del palo di 3 cm; dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine.

Giunzione dei pali

Nel caso di pali di lunghezza superiore a 16 m è ammesso il ricorso alla giunzione di due o più elementi. Il giunto dovrà essere costituito da un anello di acciaio con armatura longitudinale, solidale con ciascuno degli spezzoni di palo da unire; gli anelli verranno saldati fra loro e protetti con vernici bituminose o epossidiche.

Protezione della punta

La punta dei pali dovrà essere protetta con una puntazza metallica formata da un cono di lamiera con angolo al vertice di 60°, resa solidale al fusto del palo tramite spezzoni di tondino saldati alla puntazza e annegati nel calcestruzzo.

In terreni poco compatti, l'uso della puntazza potrà essere evitato; in terreni molto compatti, la puntazza sarà rinforzata con massello di ghisa o sostituita con uno spezzone di profilato in acciaio a doppio T (nel caso di roccia).

Attrezzatura

L'infissione del palo sarà eseguita con un battipalo conforme alle prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

Infissione

L'infissione dei pali avverrà tramite battitura, senza estrazione di materiale. Nel caso di strati granulari addensati, si potrà facilitare l'infissione con iniezioni d'acqua. La discesa del palo in tal caso avverrà per peso proprio o con l'ausilio di una modesta battitura.

Le iniezioni d'acqua dovranno essere interrotte non appena superato lo strato granulare e comunque non oltre 2,00 m prima del raggiungimento della quota di progetto esecutivo.

Modalità, pressioni e portata del getto dovranno essere comunicate alla direzione dei lavori.

Se motivato da esigenze di riduzione delle vibrazioni, o in alternativa all'uso delle iniezioni d'acqua, si potranno eseguire prefori aventi diametro inferiore di almeno 20 mm alla minima sezione del palo. Il preforo non dovrà raggiungere lo strato portante (se esistente) e fermarsi comunque almeno a 2/3 della profondità di progetto.

L'infissione dei pali sarà attestata quando si registrerà il raggiungimento di una delle seguenti condizioni:

- arrivo alla quota di progetto;
- misurazione del rifiuto alla battitura.

In quest'ultimo caso, la direzione dei lavori ha facoltà di chiedere all'appaltatore la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, per tratti anche superiori a 0,5 m, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, ecc.). Il rifiuto si considererà raggiunto quando l'infissione corrispondente a 10 colpi di battipalo efficiente risulta inferiore a 2,5 cm.

Controlli e documentazione

Per i controlli e la documentazione valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

Pali trivellati con fanghi bentonitici

Attrezzatura

Per la perforazione saranno utilizzate attrezzature semoventi equipaggiate con rotary. L'utensile di scavo sarà il più idoneo in relazione alla natura e consistenza dei terreni da scavare.

Numero, potenza e capacità operativa delle attrezzature dovranno essere tali da consentire la realizzazione dei pali nei tempi previsti alla luce delle condizioni ambientali, litologiche e idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.

Preparazione del fango bentonitico

Il fango bentonitico dovrà essere preparato ed utilizzato in accordo alle modalità progettuali.

Perforazione

Se necessario, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione plano-altimetrica della sommità del palo o di difesa dall'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, ecc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

Una volta raggiunte le profondità previste dal progetto, si provvederà alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia e all'eventuale pulizia del fondo foro con gli utensili più adatti (es. cleaning bucket).

Per la rimonta del fango di perforazione da sostituire prima del getto, si potrà utilizzare uno dei seguenti sistemi:

- eiettore (*air lifting*);
- pompa sommersa per fanghi;
- pompa-vuoto applicata in testa al tubo-getto.

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati rocciosi o cementati e per conseguire un adeguato immorsamento in sub-strati di roccia dura si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati alla natura dell'ostacolo e comunque dotati alla sommità di un anello di forma appropriata per la guida dell'utensile.

In alternativa all'uso dello scalpello possono essere utilizzate eliche da roccia aventi spirali rinforzate e denti idonei allo stato di fessurazione della roccia da perforare.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio, spinto sino al tetto della formazione lapidea, allo scopo di evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

Armature

Completata la perforazione si provvederà alla posa in opera della gabbia, preassemblata.

Nel caso che il palo attraversi strati sede di falda acquifera in movimento, con pericolo di dilavamento del calcestruzzo in fase di maturazione, in corrispondenza di questi strati la gabbia sarà avvolta da una camicia tubolare di lamierino in acciaio di spessore non inferiore a 1 mm.

Getto del calcestruzzo

Il getto del calcestruzzo avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 3.00 m di tubo in acciaio avente diametro interno 20-26 cm; l'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature. Le giunzioni tra sezione e sezione saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti

esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm; sono escluse le giunzioni a flangia.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di almeno 0,5-0,6 m³, e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo getto sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro; qualora lo spessore del deposito superi i 20 cm si provvederà all'estrazione della gabbia d'armatura e alle operazioni di pulizia.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a circa 30-60 cm dal fondo della perforazione; al fine di evitare azioni di contaminazione o dilavamento del primo calcestruzzo gettato, prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da un involucro di carta o plastica, riempito con vermiculite granulare, palline di polistirolo o sabbia.

Durante il getto di calcestruzzo il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato, in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo, evitando altresì la segregazione della malta dagli inerti.

Previa verifica del livello raggiunto, utilizzando uno scandaglio metallico a fondo piatto, nel corso del getto il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo di 2,00 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere portato ad almeno 0,5- 1,00 m al di sopra delle quote di progetto della testa palo per consentire di eliminare la parte superiore del palo (scapitozzatura). All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo di getto e di almeno 3 o 4 m di palo. È prescritta una cadenza di getto non inferiore a 15 m³/ora.

Durante le operazioni di getto, al termine dello scarico di ogni betoniera, l'appaltatore dovrà verificare la quota di riempimento del palo in modo da avere un immediato raffronto fra la quota teorica e la quota raggiunta.

Controlli e documentazione

Per ciascun palo l'appaltatore dovrà redigere una scheda indicante:

- numero progressivo del palo (riferito a una planimetria);
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- profondità di perforazione;
- informazioni relative alla stratigrafia locale;
- volumi e grafico del getto.

In presenza di anomalie e/o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'appaltatore dovrà informare tempestivamente la direzione dei lavori.

Pali trivellati con rivestimento provvisorio

Attrezzature

Le attrezzature per l'esecuzione dei pali trivellati con rivestimento provvisorio dovranno essere costituite da:

- a) escavatori, per il quale valgono le specifiche valide per i fanghi bentonitici;
- b) morsa muovi - colonna, che dovrà essere costituita da un telaio rigido di supporto, sul quale viene posto un collare metallico, a 3 settori, dotato di un martinetto di chiusura per il serraggio della colonna di rivestimento. Sul telaio di supporto, collegato all'escavatore, saranno montati:
 - i. 2 martinetti di oscillazione, sincronizzati, che imprimono un movimento rotatorio alla colonna;
 - ii. 2 martinetti di infissione ed estrazione della colonna, a funzionamento indipendente, che consentono anche di correggere eventuali deviazioni della

colonna. Il diametro nominale del collare dovrà corrispondere al diametro del palo. Sarà consentito l'impiego di opportune riduzioni. Le caratteristiche dei martinetti e del circuito idraulico di funzionamento dovranno essere in grado di sviluppare spinta, momento torcente e serraggio della colonna adeguati al diametro e alla lunghezza del palo da realizzare.

- iii. vibromorsa, per la quale valgono le prescrizioni per i pali vibro-infissi gettati in opera con tubo forma provvisorio;
- iv. utensile di scavo: per lo scavo entro la colonna di rivestimento provvisoria si utilizzerà l'utensile più adatto al tipo di terreno, prevedendo ove necessario l'impiego di scalpello ad elevata energia demolitrice.

Tubi-forma

La tubazione sarà costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio/femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante adeguata attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure, in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi, applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza. In questo secondo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo. È ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possano dar luogo all'ingresso di terreno.

Perforazione

La perforazione non dovrà essere approfondita al disotto della scarpa del tubo di rivestimento.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno d'acqua (o eventualmente di fango bentonitico) con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda. Lo scavo all'interno sarà approfondito sino alla quota di progetto.

L'infissione sotto-scarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti a fondo foro.

Getto del calcestruzzo

Il getto avverrà conformemente alle specifiche per i pali trivellati con fanghi bentonitici provvedendo altresì alla contemporanea estrazione del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa dovrà restare sotto un battente minimo di calcestruzzo non inferiore a 3,00 m.

Controlli e documentazione

Per i controlli e la documentazione valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

Pali trivellati ad elica continua

Questo tipo di palo potrà essere utilizzato solo se esplicitamente previsto in progetto.

Attrezzature

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida e dotate di dispositivo di spinta. L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

L'equipaggiamento di cantiere dovrà comprendere la disponibilità di pompe per calcestruzzo in numero adeguato ai ritmi di esecuzione dei pali.

Perforazione

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvvitamento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'appaltatore, con l'accordo della direzione dei lavori, potrà:

- eseguire prefiori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

Armatura

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto.

Getto del calcestruzzo

Il calcestruzzo dovrà essere pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione. La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato. L'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto. In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

Controlli e documentazione

Per ogni palo eseguito l'appaltatore dovrà redigere una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- n. progressivo del palo (riferito a una planimetria);
- profondità di perforazione;
- osservazioni sulla stratigrafia locale;
- tempi di perforazione per tratte successive di 5,00 m, e di 1,00 m nel tratto finale, secondo le istruzioni impartite dalla direzione dei lavori;
- grafico dei tempi di perforazione;
- spinta sul mandrino misurata durante l'estrazione della trivella;
- volume di calcestruzzo gettato.

In caso di differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto esecutivo, l'appaltatore dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali necessari provvedimenti (quali modifica del numero e delle profondità dei pali, esecuzione di prefiori, ecc.) concordandoli con la direzione dei lavori.

Pali con morsa giracolonna

La perforazione necessaria all'esecuzione dei pali da realizzarsi in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti, ecc., dovrà essere eseguita per la sola parte interessata

all'interno di tubo-forma provvisorio in acciaio infisso, con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna.

La tubazione dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi da 2,00 a 2,5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento dovrà essere ottenuta imprimendo un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici.

La superficie all'interno del tubo di rivestimento potrà essere realizzata mediante:

- benna automatica con comando a fune o azionata da motore oleodinamico;
- secchione (bucket) manovrato da un'asta rigida telescopica.

In entrambi i casi si dovrà conseguire la disaggregazione del terreno e l'estrazione dei detriti dal foro.

In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche a utensili disagregatori rotanti, con risalita dei detriti per trascinamento a opera di una corrente ascendente di fango bentonitico.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno di fango bentonitico con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

In generale la perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della parte terminale del tubo forma.

Pali compenetrati

I pali compenetrati per la realizzazione di paratie impermeabili dovranno essere realizzati eseguendo con metodi tradizionali una prima serie di pali opportunamente distanziati e completando la paratia con una seconda serie di pali, che si compenetrano ai precedenti attraverso la tecnica della morsa giracolonna.

Sezione III – Strutture in elevazione

ART.41. Opere e strutture di muratura

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 verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le murature di rivestimento saranno 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 dovrà iniziarsi 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 procederà per filari rettilinei, con piani di posa normali alle superficie viste o come altrimenti venisse prescritto.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

Sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, la guaina di impermeabilizzazione sarà rialzata e bloccata superiormente di almeno 20 cm.

I muri controterra delimitanti vani interni al fabbricato (inclusi i sottopassi) saranno interamente rivestiti con manto impermeabile costituito da due guaine e da una membrana di polietilene estruso ad alta densità come meglio nel seguito specificato.

Murature di mattoni e di blocchi cavi di cls a faccia vista

Le murature di mattoni e di blocchi cavi di cls a faccia vista dovranno 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, dovrà essere eseguito con "malta bastarda". Almeno ogni quattro ricorsi dovrà essere controllata la planarità per eliminare eventuali asperità. La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 8 mm né minore di 5 mm (con variazioni in relazione alle malte impiegate). I giunti non verranno 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 dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano maggiori del limite di tolleranza fissato. Le murature di rivestimento saranno 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 saranno utilizzate malte a base di inerti silicei a granulometria controllata, leganti idraulici e additivi nobilitanti ed aventi specifiche caratteristiche quali uniformità di colore, lavorabilità, minimo ritiro, idrorepellenza, assenza di efflorescenze, granulometria compresa fra 0 e 3 mm. Le connessure non dovranno 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 verranno eseguite con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli che presentano spigoli rotti.

Tutte le pareti suddette saranno 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 saranno 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 sarà ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo, con scaglie e cemento.

Murature a cassa vuota

La tamponatura esterna del tipo a cassa vuota sarà costituita da doppia parete con interposta camera d'aria in modo da avere uno spessore complessivo di 35 cm.

La doppia parete sarà dotata di collegamenti trasversali.

La parete esterna potrà essere eseguita con:

- mattoni pieni o semipieni posti ad una testa;
- blocchi di cls vibrocompresso;
- mattoni forati a 6 fori posti in foglio.

Sulla faccia interna della parete esterna sarà eseguita una arricciatura fratazzata con malta di calce idrata e pozzolana

con l'aggiunta di cemento di tipo 325, sulla quale sarà effettuata, se richiesta, la coibentazione.

La parete interna potrà essere eseguita in:

- mattoni forati di spessore vario non inferiore a 5 cm;
- blocchi di cls vibrocompresso di spessore non inferiore a 8-10 cm.

Particolare cura dovrà essere tenuta nella formazione di mazzette, stipiti, sguinci e parapetti.

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:

- a) con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
 - b) a mosaico grezzo;
 - c) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
 - d) con pietra squadrata a corsi regolari.
- a) Nel paramento 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.
 - b) Nel paramento a «mosaico grezzo» la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e con 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.
 - c) Nel paramento a «corsi pressoché regolari» il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrate, 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 che potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.
 - d) Nel paramento a «corsi regolari» i conci dovranno essere perfettamente piani e squadrate, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria, essi 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 però fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm. La direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed 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 connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene

dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Spessore minimo dei muri

A norma del D.M. 14 gennaio 2008, lo spessore minimo dei muri, per realizzazione in zona sismica non può essere inferiore ai valori di cui alla tabella.

Tabella - Spessore dei muri (D.M. 14 gennaio 2008)

Tipo di muratura	Spessore minimo [cm]
Muratura in elementi resistenti artificiali pieni	12
Muratura in elementi resistenti artificiali semipieni	20
Muratura in elementi resistenti artificiali forati	25
Muratura di pietra squadrata	24
Muratura listata	40

Cordoli di piano

Per garantire un comportamento scatolare, muri e orizzontamenti devono essere opportunamente collegati fra loro. Tutti i muri devono essere collegati al livello dei solai mediante cordoli di calcestruzzo armato e, tra di loro, mediante ammorsamenti lungo le intersezioni verticali.

Devono inoltre essere previsti opportuni incatenamenti al livello dei solai, aventi lo scopo di collegare i muri paralleli della scatola muraria. Tali incatenamenti devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche, le cui estremità siano efficacemente ancorate ai cordoli.

Nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso. Si possono adottare opportuni accorgimenti per il collegamento in direzione normale alla tessitura dei solai che sostituiscano efficacemente gli incatenamenti costituiti da tiranti estranei ai solai stessi.

Cordoli di collegamento fra la fondazione e la struttura in elevazione

Il collegamento fra 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 ed alla fondazione.

Muratura armata

Generalità

Si intende per muratura armata quella costituita da elementi artificiali semipieni con fori verticali coassiali tali da consentire l'inserimento di armature verticali. Armature orizzontali possono essere disposte nei ricorsi di malta fra gli elementi di muratura. La malta o il conglomerato di riempimento dei vani od alloggi delle armature deve avere $R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$ e 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 costituire un idoneo copriferro ai fini della durabilità degli acciai. Quanto sopra è essenziale ai fini della collaborazione laterizio-armatura.

Dettagli costruttivi

Le barre di armatura devono essere esclusivamente del tipo ad aderenza migliorata.

La disposizione dell'armatura deve essere studiata in modo da assicurarne la massima protezione nei confronti degli agenti corrosivi esterni; in ogni caso le distanze tra la superficie

esterna di ciascuna barra e le superfici esterne del muro che la contiene devono essere non inferiori a 5 cm. La conformazione degli elementi resistenti e la disposizione delle barre devono essere tali da permettere la realizzazione dello sfalsamento dei giunti verticali tra i blocchi, sia nel piano del muro che nel suo spessore.

Armature in corrispondenza delle aperture

Lungo i bordi orizzontali delle aperture si deve disporre un'armatura la cui sezione trasversale complessiva deve essere quella richiesta dalle verifiche di sicurezza. Tale armatura deve essere prolungata ai lati dell'apertura per almeno 60 diametri.

Armature verticali

L'armatura verticale deve essere disposta in corrispondenza degli innesti, degli incroci e dei bordi liberi dei pannelli murari; la sezione trasversale complessiva deve essere quella richiesta dall'analisi delle sollecitazioni. Altra armatura verticale, di sezione uguale a quella disposta alle estremità, si deve disporre nel corpo delle pareti, in modo da non eccedere l'interasse di 5,00 m. Tutte le armature verticali devono essere estese all'intera altezza del pannello murario; nel caso in cui si abbia continuità verticale tra più pannelli, le corrispondenti armature devono essere collegate tra loro con le modalità nel seguito precisate. Le armature che non proseguono oltre il cordolo devono essere a questo ancorate.

Le armature verticali devono essere alloggiare in vani di forma tale che in ciascuno di essi risulti inscrivibile un cilindro di almeno 6 cm di diametro. Di detti vani deve essere assicurato l'efficace e completo riempimento con malta o conglomerato cementizio.

Le sovrapposizioni devono garantire la continuità nella trasmissione degli sforzi di trazione, in modo che al crescere del carico lo snervamento dell'acciaio abbia luogo prima che venga meno il contenimento esercitato dagli elementi. In mancanza di dati sperimentali relativi agli elementi impiegati, o per fori in cui il diametro del cilindro inscrivibile sia superiore a 10 cm, le barre devono essere connesse per mezzo di idonei dispositivi meccanici, ovvero circondate da idonea staffatura per tutta la lunghezza della sovrapposizione, che deve essere assunta almeno pari a 60 diametri.

Armature orizzontali

In corrispondenza dei solai vanno disposti cordoli in calcestruzzo armato. Nei cordoli deve essere alloggiata l'armatura concentrata alle estremità orizzontali dei pannelli.

Altra armatura orizzontale, che costituisce incatenamento, di sezione non inferiore a 4 cm², deve essere disposta nel corpo delle pareti, in modo da non eccedere l'interasse di m 4.

Tale armatura deve essere alloggiata all'interno di vani di dimensioni tali da permetterne il completo ricoprimento con la stessa malta usata per la muratura.

La lunghezza di sovrapposizione va assunta almeno pari a 60 diametri. Alle estremità dei muri le barre devono essere ripiegate nel muro ortogonale per una lunghezza pari ad almeno 30 diametri.

Ulteriori armature orizzontali di diametro non inferiore a 5 mm devono essere disposte nel corpo della muratura a interassi non superiori a 60 cm, collegate mediante ripiegatura alle barre verticali presenti alle estremità del pannello murario.

Armatura diffusa

L'armatura diffusa deve essere costituita da barre orizzontali e verticali, di sezione non inferiore a 0,2 cm² ciascuna, disposte nelle pareti murarie ad interassi non superiori al doppio dello spessore di ciascuna parete, e collegate mediante ripiegatura alle barre rispettivamente verticali e orizzontali presenti alle estremità del pannello murario. La sezione complessiva delle barre verticali non deve risultare inferiore allo 0,4 per mille del prodotto dello spessore della parete per la sua lunghezza; la sezione complessiva delle barre orizzontali non deve risultare inferiore allo 0,4 per mille del prodotto dello spessore della parete per la sua altezza.

Murature e riempimenti in pietrame a secco – Vespa

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.

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 il pietrame di maggiore dimensione, impiegando 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.

Vespai e intercapedini

Nei locali in genere 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 x 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 coll'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.

ART.42. Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo

Calcestruzzo leggero strutturale

Definizioni

Si definisce calcestruzzo leggero strutturale un conglomerato cementizio a struttura chiusa ottenuto sostituendo tutto o in parte l'inerte ordinario con aggregato leggero artificiale, costituito da argilla o scisti espansi.

Questo calcestruzzo è caratterizzato da una massa volumica a 28 giorni compresa tra 1.400 e 2.000 kg/m³ ed una resistenza caratteristica a compressione R_{ck} a 28 giorni non inferiore a 15 N/mm².

La massa volumica del conglomerato viene misurata secondo le procedure indicate nella norma UNI 7548 - Parte 2°; per la determinazione di R_{ck} valgono le prescrizioni relative ai conglomerati ordinari.

Aggregato leggero

Definizioni

Si definisce massa volumica media dei granuli il rapporto tra la massa del materiale essiccato e il suo volume, delimitato dalla superficie dei granuli stessi. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma UNI 7549 - Parte 5°.

Si definisce massa volumica dell'aggregato leggero in mucchio (peso in mucchio) la massa di un volume unitario di aggregato, comprendendo nella misura i vuoti dei granuli e fra i granuli. Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma UNI 7549 - Parte 4°.

Per gli aggregati di argilla espansa, in via approssimata, la massa volumica media dei granuli può stimarsi moltiplicando per 1,7 la massa volumica in mucchio.

Caratteristiche dei granuli

Per granuli di argilla espansa e di scisti espansi si richiede:

- nel caso di argilla espansa: superficie a struttura prevalentemente chiusa, con esclusione di frazioni granulometriche ottenute per frantumazione successiva alla cottura;
- nel caso di scisti espansi: struttura non sfaldabile con esclusione di elementi frantumati come sopra indicato.

Coefficiente di imbibizione

Il coefficiente di imbibizione dell'aggregato leggero è definito come la quantità di acqua che l'inerte leggero può assorbire, in determinate condizioni; essa è espressa in percentuale della sua massa.

Il suo valore si può determinare con le procedure indicate nella norma UNI 7549 - Parte 6° (giugno 1976).

Il coefficiente di imbibizione determinato dopo 30 min. deve essere non maggiore del 10% per aggregati con massa volumica in mucchio superiore a 500 kg/m³, e 15% per aggregati con massa volumica in mucchio non superiore a 500 kg/m³.

Composizione del calcestruzzo

Definizioni

Il volume del calcestruzzo assestato è uguale alla somma dei volumi assoluti del cemento, degli aggregati, dell'acqua e dell'aria occlusa.

Si definisce volume assoluto di un componente il suo volume reale, escludendo i vuoti dei granuli e fra i granuli, per i componenti solidi.

Si definisce indice di assestamento di un calcestruzzo leggero il valore determinato con le procedure indicate nell'appendice B della norma UNI 7549 - Parte 12°.

Acqua

L'acqua impiegata per l'impasto del calcestruzzo leggero deve essere costituita da:

- acqua efficace: quella contenuta nella pasta cementizia. Essa condiziona la lavorabilità e la resistenza del calcestruzzo leggero. A titolo orientativo, per un calcestruzzo di consistenza plastica, avente un indice di assestamento compreso tra 1,15 e 1,20 il dosaggio di acqua efficace risulta compreso fra 150 e 180 litri per metro cubo di calcestruzzo assestato;
- acqua assorbita: dell'aggregato leggero nel periodo di tempo tra miscelazione e posa in opera.

L'assorbimento dà luogo a una perdita progressiva di lavorabilità dell'impasto.

Si assume come valore dell'acqua assorbita quello pari all'assorbimento in peso a 30 min. misurato secondo la UNI 7549-76. In mancanza di una determinazione diretta, tale assorbimento può essere valutato pari al 10% del peso dell'aggregato leggero presente nell'impasto.

Il dosaggio dell'acqua risulta dalla somma dell'acqua efficace e dell'acqua assorbita. Da tale somma si deve detrarre l'acqua contenuta nella sabbia naturale ed il 40% dell'acqua presente come umidità nell'aggregato leggero.

Quindi l'umidità presente nell'aggregato leggero deve essere determinata ai fini del calcolo del dosaggio dell'acqua di impasto. La prebagnatura degli aggregati leggeri non è necessaria se non in casi particolari.

Aria occlusa

È misurata dai vuoti residui di assestamento dell'impasto ed ha un volume che può considerarsi mediamente compreso tra il 2,5% ed il 3,5% del volume del calcestruzzo assestato.

La quantità di aria occlusa può essere aumentata a mezzo di additivi aeranti (vedi UNI 7103-72), comunque non superando il 7% del volume del calcestruzzo assestato.

Confezione e posa del calcestruzzo

Confezione

È opportuno eseguire una prova di miscelazione al fine di verificare l'idoneità dell'impasto previsto.

In condizioni normali, si consiglia di introdurre i componenti dell'impasto nel mescolatore in rotazione nel seguente ordine:

- a) aggregato grosso;
- b) 2/3 dell'acqua totale prevista;
- c) dopo un intervallo di circa 30"/60": aggregato fine e cemento;
- d) 1/3 dell'acqua prevista, con eventuali additivi.

Il tempo di miscelazione, a partire dall'avvenuta introduzione di tutti i componenti, non deve risultare inferiore a un minuto primo, seppure sia consigliabile un tempo maggiore.

Consistenza

Per disporre di sufficiente coesione ed evitare segregazioni, la consistenza dovrà essere «plastica» al momento della posa in opera, e cioè con un indice di assestamento compreso, nei casi ordinari, tra 1,10 e 1,20.

La consistenza necessaria al momento del getto dovrà essere determinata, caso per caso, con prove preliminari.

Posa e compattazione

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione.

La compattazione del calcestruzzo leggero va sempre realizzata con l'impiego di vibrazione, la cui entità deve essere maggiore di quella corrispondente adottata per il calcestruzzo ordinario.

Proprietà del calcestruzzo indurito

Data l'estrema variabilità delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo leggero in funzione della sua composizione e del tipo di aggregato leggero utilizzato, la maggior parte delle caratteristiche necessarie ai fini dei calcoli strutturali andranno definite per via sperimentale.

È obbligatorio quindi eseguire uno «studio preliminare di qualificazione» esteso alle grandezze di seguito indicate.

Massa volumica

Per massa volumica si intende quella misurata a 28 giorni di stagionatura, determinata secondo la norma UNI 7548 - Parte 2°.

La massa del calcestruzzo armato, in mancanza di valutazioni specifiche, si potrà assumere incrementando di 100 kg/m³ la massa misurata del calcestruzzo.

Resistenza caratteristica a compressione

La resistenza caratteristica a compressione va controllata come per il calcestruzzo normale secondo i criteri di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Resistenza a trazione

La resistenza a trazione va determinata mediante prove sperimentali a trazione semplice, secondo le modalità di cui alle norme UNI vigenti.

Se la resistenza a trazione è determinata mediante prove di resistenza a trazione indiretta o a trazione per flessione, il valore della resistenza a trazione semplice può essere dedotto utilizzando opportuni coefficienti di correlazione.

Valutata la resistenza a trazione media f_{ctm} su almeno sei campioni prismatici o cilindrici, i valori caratteristici corrispondenti ai frattili 5% e 95% possono assumersi pari a:

$$f_{ctk} (5\%) = 0,7 f_{ctm}$$

$$f_{ctk} (95\%) = 1,3 f_{ctm}$$

Il valore della resistenza a trazione per flessione si assumerà, in mancanza di sperimentazione diretta, pari a:

$$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm}$$

Modulo elastico

Il modulo elastico secante a compressione va determinato mediante sperimentazione diretta da eseguirsi secondo la norma UNI 6556, ed è dato dal valore medio su almeno tre provini prismatici o cilindrici.

Calcestruzzo per strutture in c.a. normale

Trasporto e consegna

Il direttore dei lavori prima dell'accettazione del calcestruzzo dovrà verificare l'eventuale segregazione dei materiali, perdita di componenti o contaminazione della miscela durante il trasporto e lo scarico dai mezzi.

Per il calcestruzzo preconfezionato i tempi di trasporto devono essere commisurati alla composizione del calcestruzzo ed alle condizioni atmosferiche

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 mc del calcestruzzo trasportato;

- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma UNI EN 206-1;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza caratteristica e classe di consistenza.

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

Norma di riferimento

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

Getto

Modalità

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 ad 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, la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, 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 la protezione delle strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme: piogge, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno quindici giorni e comunque fino a 28 giorni 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.

Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito

Le interruzioni del getto devono essere limitate al minimo possibile, in tutti i casi devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori.

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 la 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 collegamento a ritiro compensato.

Getti in climi freddi

I getti di calcestruzzo in climi freddi non devono essere eseguiti a temperatura inferiore a 0°C. Nei casi estremi la direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di additivi acceleranti. In caso di temperature molto basse il calcestruzzo dovrà essere confezionato con inerti preriscaldati con vapore ed acqua con temperatura tra 50 e 90°C, avendo cura di non mescolare il cemento con l'acqua calda per evitare una rapida presa.

A discrezione della direzione dei lavori anche le casseforme potranno essere riscaldate dall'esterno mediante vapore acqueo, acqua calda od altro.

Getti in climi caldi

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 calcestruzzo 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, ad esempio tenendo all'ombra gli inerti ed 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.

Vibrazione e compattazione

La compattazione del calcestruzzo deve essere appropriata alla consistenza del calcestruzzo. Nel caso di impiego di vibratori l'uso non deve essere prolungato per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico ed il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

Stagionatura e protezione

La stagionatura delle strutture in calcestruzzo armato potrà essere favorita approntando accorgimenti per prevenire il prematuro essiccamento per effetto dell'irraggiamento solare e dell'azione dei venti, previa autorizzazione della direzione dei lavori, mediante copertura con teli di plastica, rivestimenti umidi, getti d'acqua nebulizzata sulla superficie, prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione e, in ultimo, allungando i tempi del disarmo. I metodi predetti possono essere applicati sia separatamente o combinati.

I tempi di stagionatura potranno essere determinati con riferimento alla maturazione in base al grado di idratazione della miscela di calcestruzzo, agli usi locali, ecc. Per determinare lo sviluppo della resistenza e la durata della stagionatura del calcestruzzo si farà riferimento al prospetto 12 della norma UNI EN 206-1.

L'appaltatore deve quindi garantire un adeguato periodo di stagionatura protetta, iniziato immediatamente dopo aver concluso le operazioni di posa in opera, il calcestruzzo potrà raggiungere le sue proprietà potenziali nella massa e in particolare nella zona superficiale.

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 serve ad 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 dal progettista dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Tutte le superfici delle strutture gettate dovranno essere mantenute umide per almeno 15 gg. dopo il getto mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo ovvero mediante continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi, e comunque fino a 28 gg. in climi caldi e secchi.

Per le solette è preferibile utilizzare i prodotti filmogeni citati o eseguire la bagnatura continuamente rinnovata. Qualora il prodotto filmogeno venga applicato su una superficie di ripresa, prima di eseguire il successivo getto si dovrà procedere a ravvivare la superficie.

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 c.a. sottili oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

Durante il periodo di stagionatura protetta si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Fessurazione superficiale

Per le strutture in c.a. 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.

Norma di riferimento

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

UNI 8656 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti.

UNI 8657 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione.
Determinazione della ritenzione d'acqua.

UNI 8658 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione.
Determinazione del tempo di essiccamento.

UNI 8659 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione.
Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco.

UNI 8660 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione.
Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.

Maturazione accelerata a vapore

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, il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10°C/h.

Disarmo delle strutture

Il disarmo deve avvenire per gradi, adottando gli opportuni provvedimenti necessari ad evitare l'innescio di azioni dinamiche; non deve comunque 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; la decisione è lasciata al giudizio del direttore dei lavori.

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.

Il disarmo di armature provvisorie di grandi opere quali:

- centine per ponti ad arco;
- coperture ad ampia luce e simili;
- altre opere che non rientrano negli schemi di uso corrente;

deve essere eseguito:

- con cautela,
- da operai pratici,
- sotto la stretta sorveglianza del capo cantiere,
- solo dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

Il disarmo deve essere eseguito ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, le operazioni non devono provocare danni, soprattutto agli spigoli delle strutture.

L'appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni _____ dalla data di esecuzione del getto.

Il caricamento delle strutture in c.a. disarmate deve essere autorizzato dalla direzione dei lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo ed i carichi sopportabili.

La direzione dei lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio.

In ogni caso per il disarmo delle strutture in c.a. si farà riferimento alle norme:

D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni.

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

Tabella – Tempi minimi in giorni per il disarmo delle strutture in c.a. dalla data del getto

Tipologia di struttura	Calcestruzzo normale	Calcestruzzo ad alta resistenza
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette si luce modesta	10	4
Puntelli e centine di travi, archi e volte	24	12
Strutture a sbalzo	28	14

Casseforme e puntelli

Caratteristiche delle casseforme

Nella realizzazione delle strutture in c.a. devono essere impiegate casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso le casseforme dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Potranno essere adottate apposite matrici se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

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.

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

Tabella 71.2. Legname per carpenteria

Tabella 7.12: Legname per carpenteria		
Legname	Utilizzo	Dimensioni
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 12x12 a 20x20 cm lunghezza 4 m
Legname tondo	Antenne, candele	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)	lunghezza >20 cm
	Da travi (mozzature)	
Fonte: AITEC, Il cemento armato: carpenteria		

Pulizia e trattamento

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non altera il colore.

Giunti e riprese di getto

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.

Le riprese di getto saranno, sulla faccia vista, delle linee rette e, qualora richiesto dalla direzione lavori, saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm, che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

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 nella esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di pvc o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio; 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 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.

Predisposizione di fori, tracce, cavità, ecc.

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.

Disarmo

I casseri e i puntelli devono rimanere indisturbati fino alla data di disarmo delle strutture. I casseri e i puntelli devono assicurare le tolleranze strutturali in modo da non compromettere l'idoneità delle strutture interessate.

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno stati raggiunti i tempi di stagionatura ritenuti ottimali dal direttore dei lavori, se maggiori, i tempi prescritti dal progettista per ottenere le resistenze richieste.

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 1,0 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

Disarmanti

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo, la permeabilità, influenzarne la presa, 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; lo stesso vale per l'applicazione del prodotto.

Norme di riferimento:

UNI 8866-1 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione.

UNI 8866-2 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80°C, su superficie di acciaio o di legno trattato.

Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo controllo del direttore dei lavori, che dovrà autorizzare i materiali e la metodologia, proposti dal progettista, da utilizzare per l'intervento.

A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o la verniciatura con idonei prodotti delle superfici del getto.

Prescrizioni 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 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 altro 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.

ART.43. Esecuzione di opere in cemento armato precompresso

Compattazione dei getti

Il getto deve essere costipato per mezzo di vibratori ad ago o a lamina, ovvero con vibratori esterni, facendo particolare attenzione a non deteriorare le guaine dei cavi.

Spessore di ricoprimento delle armature di precompressione

Le superfici esterne dei cavi post-tesi devono distare dalla superficie del conglomerato non meno di 25 mm nei casi normali, e non meno di 35 mm caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo. Il ricoprimento delle armature pre-tese non deve essere inferiore a 15 mm o al diametro massimo dell'inerte impiegato, e non meno di 25 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo.

Testate di ancoraggio dell'armatura di precompressione

Dietro gli apparecchi di ancoraggio deve disporsi una armatura tridirezionale atta ad assorbire, con largo margine, gli sforzi di trazione e di taglio derivanti dalla diffusione delle forze concentrate, ivi comprese le eventuali reazioni vincolari.

Posa delle barre, dei cavi e loro messa in opera

Nel corso dell'operazione di posa si deve evitare, con particolare cura, di danneggiare l'acciaio con intagli, pieghe, ecc.

Si deve altresì prendere ogni precauzione per evitare che i fili subiscano danni di corrosione sia nei depositi di approvvigionamento sia in opera, fino all'ultimazione della struttura. All'atto della messa in tiro si devono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito; i due dati devono essere confrontati tenendo presente la forma del diagramma sforzi-allungamenti a scopo di controllo delle perdite per attrito.

Il posizionamento delle barre e dei cavi dovrà essere accuratamente controllato prima del getto.

Operazioni di tiro

Qualora all'atto del tiro si riscontrino perdite per attrito superiori a quelle previste in progetto, un'aliquota di queste, fino ad un massimo del 7% della tensione iniziale, potrà essere compensata da una maggiore tensione di carattere temporaneo.

I risultati conseguiti nelle operazioni di tiro, ossia le letture ai manometri e gli allungamenti misurati, verranno registrati in apposite tabelle sulle quali saranno preventivamente indicate le tensioni iniziali delle armature e gli allungamenti teorici.

Il dispositivo di misura dello sforzo deve essere possibilmente indipendente dalle apparecchiature per indurre la pre-tensione. I manometri devono essere tarati con frequenza almeno mensile. Si deve inoltre effettuare preventivamente una misura degli attriti che si sviluppano all'interno del martinetto.

All'atto del tiro devono essere confrontati gli allungamenti rilevati con quelli previsti dal calcolo.

Un'insufficienza di allungamento, conseguenza di un attrito superiore a quello previsto, richiederà l'adozione di idonei accorgimenti come l'assorbimento della tensione iniziale fino al massimo consentito e, se necessari, l'attuazione di procedure specifiche, quali la lubrificazione che non deve alterare la successiva aderenza tra l'armatura e la malta delle iniezioni.

Un'eccedenza di allungamento, quando non sia dovuta al cedimento dell'ancoraggio opposto o all'assestamento iniziale del cavo, tratto che deve essere accertato con particolare attenzione, indica un attrito inferiore a quello previsto; in tal caso si deve ridurre la tensione per evitare che la tensione finale lungo il cavo sia superiore a quella ammessa.

Protezione dei cavi ed iniezioni

Le guaine dei cavi devono essere assolutamente stagne e le giunzioni devono essere efficacemente protette.

Alla buona esecuzione delle iniezioni è affidata la conservazione nel tempo delle strutture in c.a.p. a cavi e, pertanto, di seguito vengono fornite apposite indicazioni.

L'iniezione nelle strutture a cavi scorrevoli deve:

- prevenire la corrosione dell'acciaio di precompressione;
- garantire un'efficace aderenza fra l'acciaio ed il conglomerato.

Caratteristiche della malta

La malta deve essere fluida e stabile con minimo ritiro ed adeguata resistenza e non deve contenere agenti aggressivi. Deve essere composta da cemento, acqua ed eventuali additivi. Elementi inerti (ad esempio farina di sabbia) possono impiegarsi solo per guaine di dimensioni superiori a 12 cm nel rapporto in peso inerti/cemento < 25%.

Gli additivi non devono contenere ioni aggressivi (cloruri, solfati, nitrati, ecc.) e comunque non devono produrre un aumento di ritiro. Possono impiegarsi resine sintetiche o bitume o altro materiale solo dopo averne dimostrato la validità mediante idonea documentazione sperimentale. La malta deve essere sufficientemente fluida perché la si possa correttamente iniettare nei canali. Si consiglia di controllare la fluidità della malta accertando che il tempo misurato al cono di Marsh sia compreso fra 13 e 25 secondi.

La resistenza a trazione per flessione a 7 giorni deve essere maggiore od eguale a 4 N/mm². Il tempo d'inizio della presa a 30°C deve essere superiore a tre ore.

Il rapporto acqua/cemento, da determinare sperimentalmente per ogni tipo di cemento, deve essere il minore possibile compatibilmente con la fluidità richiesta e comunque non deve superare 0,40 e 0,38 se con additivi; inoltre deve essere tale che la quantità d'acqua di essudamento alla superficie della pasta, in condizioni di riposo, sia inferiore al 2%.

Il ritiro a 28 giorni non deve superare 2,8 mm/m.

Operazioni di iniezione

Dopo l'impasto la malta deve essere mantenuta in movimento continuo. È essenziale che l'impasto sia esente da grumi.

Immediatamente prima dell'iniezione di malta, i cavi vanno puliti.

L'iniezione deve avvenire con continuità e senza interruzioni. La pompa deve avere capacità sufficiente perché in cavi di diametro inferiore a 10 cm la velocità della malta sia compresa fra 6 e 12 m al minuto, senza che la pressione superi le 1000 kPa (10 atm).

La pompa deve avere un'efficace dispositivo per evitare le sovrappressioni. Non è ammessa l'iniezione con aria compressa. Quando possibile l'iniezione si deve effettuare dal più basso ancoraggio o dal più basso foro del condotto.

Per condotti di grande diametro può essere necessario ripetere l'iniezione dopo circa due ore.

La malta che esce dagli sfiati deve essere analoga a quella alla bocca di immissione e non deve contenere bolle d'aria; una volta chiusi gli sfiati si manterrà una pressione di 500 kPa (5 atm) fin tanto che la pressione permane senza pompare per almeno 1 minuto.

La connessione fra l'ugello del tubo di iniezione e il condotto deve essere realizzata con dispositivo meccanico e tale che non possa aversi entrata d'aria.

Appena terminata l'iniezione, bisogna avere cura di evitare perdite di malta dal cavo. I tubi di iniezione devono essere di conseguenza colmati di malta, se necessario.

Condotti

I punti di fissaggio dei condotti devono essere frequenti ed evitare un andamento serpeggiante. Per evitare sacche d'aria devono essere disposti sfiati nei punti più alti del cavo. I condotti devono avere forma regolare, preferibilmente circolare; in ogni caso l'area libera del condotto dovrà risultare non minore di 4 cm².

Si devono evitare per quanto possibile brusche deviazioni o cambiamenti di sezione.

Iniezioni

Fino al momento dell'iniezione dei cavi occorre proteggere l'armatura dall'ossidazione. Le iniezioni dovranno essere eseguite entro 15 giorni a partire dalla messa in tensione, salvo casi eccezionali di ritaratura nei quali devono essere adottati accorgimenti speciali al fine di evitare che possano iniziare fenomeni di corrosione.

In tempo di gelo è bene rinviare le iniezioni, a meno che non siano prese precauzioni speciali. Se si è sicuri che la temperatura della struttura non scenderà al di sotto di 5°C nelle 48 ore seguenti all'iniezione, si può continuare l'iniezione stessa con una malta antigelo di cui sia accertata la non aggressività, contenente il 6 ÷ 10% di aria occlusa. Se può aversi gelo nelle 48 ore seguenti all'iniezione, bisogna riscaldare la struttura e mantenerla calda almeno per 48 ore, in modo che la temperatura della malta iniettata non scenda al di sotto di 5°C.

Dopo un periodo di gelo bisogna assicurarsi che i condotti siano completamente liberi da ghiaccio o brina. È vietato il lavaggio a vapore.

ART.44. Armature degli elementi strutturali in cemento armato

Controllo del peso e della sezione

Per il controllo del peso effettivo da ogni partita dovranno essere prelevati dei campioni di barra. Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste nel D.M. attuativo della Legge n. 1086/1971 il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze previste nel D.M. 14 gennaio 2008, dovranno essere aggiunte (modificando i disegni di progetto e informando il direttore dei lavori) barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

Non esiste tolleranza sul peso teorico di campione spazzolato del diametro nominale dell'acciaio costituente l'armatura delle strutture.

Giunzioni e saldature

Eventuali giunzioni, quando non evitabili, dovranno essere realizzate tramite manicotti filettati.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori schede tecniche dei prodotti che intende utilizzare.

L'impiego di saldature non è di norma consentito e può essere applicato per le gabbie di armatura dei pali di fondazione e in casi speciali dietro autorizzazione della direzione dei lavori.

Per le gabbie di armatura dovranno comunque essere effettuati prelievi barre con elementi di staffa saldati da sottoporre a prove di trazione presso i laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 con lo scopo di verificare che la saldatura non abbia provocato una riduzione di resistenza nelle barre. Negli altri casi le modalità di saldatura, che devono essere descritte in apposita procedura redatta dall'appaltatore, devono essere approvate dalla direzione dei lavori prima dell'inizio delle attività.

Nel corso dei lavori il direttore dei lavori, per giustificati motivi, potrà comunque richiedere ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

Realizzazione delle gabbie e posizionamento delle armature per c.a.

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.

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

Armature minime degli elementi strutturali in c.a.

Generalità

Le armature di elementi strutturali in c.a. devono rispettare le dimensioni minime stabilite dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

Armatura longitudinale

Gli elementi strutturali devono possedere una sufficiente robustezza. Per gli elementi strutturali delle costruzioni civili consistenti in travi, pilastri, ecc, l'armatura parallela all'asse dell'elemento non deve essere inferiore allo 0,3% dell'area totale della sezione di conglomerato cementizio, opportunamente distribuita sulla sezione in funzione del tipo di sollecitazione prevalente.

Nelle sezioni a spigoli vivi, occorrerà disporre una barra longitudinale in corrispondenza di ciascuno spigolo. Per le sezioni a perimetro continuo, le barre longitudinali non potranno avere interassi maggiori di 200 mm.

Per le strutture in zona sismica, il rapporto tra le aree delle armature longitudinali ai due lembi non può essere inferiore a 0,5.

Travi: armatura trasversale, a taglio e a torsione

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 interasse non inferiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

In prossimità di carichi concentrati o delle zone d'appoggio, per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione da ciascuna parte del carico concentrato, il passo delle staffe non dovrà superare il valore $12 \Phi_l$, essendo Φ_l il diametro minimo dell'armatura longitudinale.

In presenza di significative sollecitazioni torsionali dovranno disporsi nelle travi staffe aventi sezione complessiva, per metro lineare, non inferiore a $2,0 b \text{ mm}^2$, essendo b lo spessore minimo dell'anima misurata in millimetri; il passo delle staffe non dovrà superare $1/8$ della lunghezza della linea media della sezione anulare resistente e comunque non superiore a 200 mm.

Per le strutture in zona sismica, e per una distanza da un nodo strutturale pari a 2 volte l'altezza della trave, le prescrizioni precedenti vanno raddoppiate.

Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere adeguatamente protetta dall'ambiente esterno dal conglomerato. La superficie dell'armatura resistente principale, per le varie sollecitazioni prevalenti, deve distare dalle facce esterne del conglomerato cementizio di almeno 20 mm. Tali misure vanno congruentemente aumentate in funzione della porosità del calcestruzzo, dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità dell'armatura alla corrosione.

Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali non possono essere interrotte o sovrapposte all'interno di un nodo strutturale (incrocio travi-pilastri), bensì nelle zone di minore sollecitazione lungo l'asse della trave.

Quando invece si deve realizzare la continuità con altra barra in zona tesa, la continuità deve essere realizzata con sovrapposizioni o altri dispositivi possibilmente posizionati nelle regioni di minor sollecitazione. In ogni caso le sovrapposizioni o i dispositivi utilizzati devono essere opportunamente sfalsati.

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 20 volte il diametro della barra e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interfero) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati e la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- manicotto filettato o presso-estruso. Tale tipo di giunzione deve essere preventivamente validata mediante prove sperimentali.

Pilastrì

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono essere maggiori od uguali a 12 mm.

Nelle sezioni a spigoli vivi occorrerà disporre una barra longitudinale in corrispondenza di ciascuno spigolo. Per i tratti a perimetro continuo, le barre longitudinali non potranno avere interassi maggiori di 300 mm.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 10 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Le staffe devono essere chiuse e conformate in modo da contrastare efficacemente, lavorando a trazione, gli spostamenti delle barre longitudinali verso l'esterno; il loro diametro non deve essere minore di 6 mm e di $1/3$ del diametro massimo delle barre longitudinali.

Per le strutture in zona sismica, e per una distanza dalla sezione di momento flettente massimo pari a 0,33 volte la distanza tra le sezioni di momento flettente massimo e nullo, le staffe devono essere disposte ad interasse non maggiore di 5 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 100 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 8 mm e di $1/3$ del diametro massimo delle barre longitudinali.

Strutture bidimensionali piane e curve

Nel caso di strutture bidimensionali piane, con sforzo prevalente agente nel piano medio dello spessore (lastre, setti, travi parete), le reti di armatura disposte su entrambe le facce devono essere tra loro collegate con ganci e devono rispondere ai seguenti requisiti:

1. diametro minimo delle barre disposto nella direzione degli sforzi prevalenti = 10 mm;
2. diametro minimo delle barre trasversali = 6 mm;
3. elementi di collegamento tra le due reti: almeno 6 per ogni m² di parete;
4. perc. minima di armatura nelle due direzioni per ogni strato di rete pari allo 0,15 %.

Particolare attenzione deve essere posta nella disposizione delle armature nelle zone di introduzione di forze, in corrispondenza degli appoggi o di aperture.

Per strutture bidimensionali piane, con carico prevalente agente ortogonalmente al piano medio dello spessore (piastre o solette), si devono rispettare i seguenti requisiti:

- diametro minimo delle barre = 6 mm;
- percentuale minima di armatura nelle due direzioni principali di flessione pari allo 0,15%;
- elementi di sostegno per le armature superiori: almeno 6 per ogni m²;
- armature di intradosso ancorate in corrispondenza degli appoggi e in quantità sufficiente da assorbire la reazione d'appoggio.

Nelle strutture a guscio, a semplice o doppia curvatura, valgono le regole riportate per le lastre, ma con un numero di collegamenti tra le due reti di armatura adeguato all'entità degli sforzi e alla curvatura.

ART.45. Solai misti di c.a. e c.a.p. e blocchi forati in laterizio

Generalità

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

Solai misti di c.a. e c.a.p. 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 rigidità flessionale del solaio.

La resistenza allo stato limite ultimo è affidata al conglomerato cementizio e alle armature ordinarie e/o precomprese.

Prescrizioni dimensionali minime

Spessore minimo dei solai

Lo spessore minimo dei solai non deve essere minore di 150 mm.

Le deformazioni devono risultare compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.

Spessore minimo della soletta

Nei solai lo spessore minimo della soletta di conglomerato cementizio non deve essere minore di 40 mm.

Larghezza ed interesse delle nervature

La larghezza minima delle nervature in conglomerato cementizio per solai con nervature gettate o completate in opera non deve essere minore di 1/8 dell'interasse tra i travetti e comunque non inferiore a 80 mm.

L'interasse delle nervature non deve in ogni caso essere maggiore di 15 volte lo spessore della soletta. Il blocco interposto deve avere dimensione massima inferiore a 520 mm.

Armatura trasversale

La soletta superiore del solaio deve essere munita di adeguata armatura di ripartizione, pari ad almeno 3 Φ 6 al metro o al 20% di quella longitudinale.

Armatura longitudinale

L'armatura longitudinale minima deve essere superiore a $A_s \min \geq 0,7 h \text{ mm}^2/\text{m}$, con h espresso in millimetri.

Distacco delle parti in laterizio

Particolare attenzione deve essere dedicata alla sicurezza al distacco di parti laterizie, specialmente in dipendenza di sforzi trasversali di carattere secondario, ovvero a seguito di aumenti di temperatura.

Esecuzione

Protezione delle armature

Nei solai la cui armatura è collocata entro scanalature qualunque superficie metallica deve risultare contornata in ogni direzione da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia.

Per armatura collocata entro nervatura, le dimensioni di questa devono essere tali da consentire il rispetto dei seguenti limiti:

- distanza netta tra armatura e blocco $\geq 8 \text{ mm}$;
- distanza netta tra armatura ed armatura $\geq 10 \text{ mm}$.

Bagnatura degli elementi

Prima di procedere ai getti i laterizi devono essere convenientemente bagnati.

Caratteristiche degli impasti per elementi prefabbricati

Devono impiegarsi malte cementizie con dosature di legante non minori a 4,5 kN/m³ di cemento e calcestruzzi con $R_{ck} \geq 25$ N/mm².

Blocchi

Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.

Allineamenti e forzature

Si dovrà curare il corretto allineamento dei blocchi evitando la forzatura dei blocchi interposti tra i travetti prefabbricati.

Calcestruzzi per i getti in opera

Si dovrà studiare la composizione del getto 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 non dovrà superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature né la distanza netta minima tra le armature. Il getto 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.

Modalità di getto

Per rendere efficace quanto indicato ai punti precedenti occorre con opportuni provvedimenti eliminare il rischio di arresto del getto al livello delle armature.

Solidarizzazione tra intonaci e superfici di intradosso

Qualora si impieghino materiali d'intonaco cementizi aventi resistenza caratteristica a trazione superiore ad 1 N/mm² dovranno adottarsi spessori inferiori ad 10 mm o predisporre armature di sostegno e diffusione opportunamente ancorate nelle nervature.

Solai con travetti precompressi prefabbricati e blocchi in laterizio

Elementi con armatura pre-tesa

Per elementi con armatura pre-tesa è ammessa la deroga all'obbligo di disporre la staffatura.

Criteri di calcolo

Per le strutture parzialmente gettate in opera può omettersi la staffatura di collegamento quando la tensione tangenziale media in esercizio per combinazioni rare tra l'elemento prefabbricato e il conglomerato cementizio gettato in opera risulti inferiore a 0,3 N/mm² per le superfici di contatto lisce e a 0,45 N/mm² per superfici scabre.

Getti in opera

I travetti privi di armature a taglio devono essere integrati sugli appoggi da getti in opera contenenti armatura inferiore convenientemente ancorata in grado di assorbire uno sforzo di trazione pari al taglio, salvo che per gli elementi di solai di copertura poggianti su travi e dotati di adeguata lunghezza di appoggio.

Tali collegamenti, se destinati ad assicurare continuità strutturale agli appoggi, dovranno essere verificati secondo le disposizioni relative al conglomerato cementizio armato normale, verificando altresì le condizioni di aderenza fra getti in opera e travetti, secondo i criteri indicati al punto precedente.

Norme complementari relative ai solai misti e blocchi diversi dal laterizio

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

I blocchi in conglomerato cementizio leggero di argilla espansa, conglomerato cementizio normale sagomato, materie plastiche, elementi organici mineralizzati, ecc, devono essere

dimensionalmente stabili e non fragili e capaci di seguire le deformazioni del solaio. Queste caratteristiche devono essere dimostrate attraverso una certificazione, eseguita a cura di uno dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, prima della messa in opera.

Norme complementari relative ai solai realizzati con l'associazione di elementi in e.a. e c.a.p. prefabbricati con unioni e/o getti di completamento

I componenti di questi tipi di solai devono rispettare le norme di cui alle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Oltre a quanto indicato nei precedenti capitoli relativamente allo stato limite di deformazione, devono essere tenute presenti le seguenti norme complementari:

- 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. L'efficacia di tali dispositivi deve essere certificata mediante prove sperimentali;
- quando si voglia realizzare un comportamento bidimensionale a piastra è necessario che il solaio così composto abbia dei componenti strutturali ortogonali alla direzione dell'elemento resistenti alle sollecitazioni di flessione, taglio e torsione;
- 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; si deve inoltre 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.

Particolare attenzione va posta all'assorbimento degli sforzi di taglio, nelle sezioni terminali d'appoggio, mediante armature longitudinali.

ART.46. Esecuzione di strutture in legno

Generalità

Le membrature compresse e i loro collegamenti (come per esempio i giunti di carpenteria), per cui possa essere prevedibile il collasso a causa dell'inversione di segno della sollecitazione, devono essere progettati in modo tale che non si verifichino separazioni, dislocazioni e disassamenti.

Il collegamento non può essere realizzato mediante spinotti o chiodi a gambo liscio.

Per assorbire tensioni perpendicolari alle fibre, si devono disporre dispositivi aggiuntivi al fine di evitare l'innescò di fratture parallele alle fibre (splitting).

La distribuzione delle forze di taglio negli impalcati deve essere valutata tenendo conto della disposizione effettiva in pianta degli elementi di controvento verticali ed i vincoli nel piano orizzontale tra impalcato e pareti portanti verticali devono essere di tipo bilatero. Tutti i bordi dei rivestimenti strutturali devono essere collegati agli elementi del telaio: i rivestimenti strutturali che non terminano su elementi del telaio devono essere sostenuti e collegati da appositi elementi di bloccaggio resistenti a taglio. Dispositivi con funzione analoga devono essere inoltre disposti nei diaframmi orizzontali posti al di sopra di elementi verticali di controvento (ad esempio le pareti). La continuità delle travi deve essere assicurata, specialmente in corrispondenza delle zone di impalcato che risultano perturbate dalla presenza di aperture. In assenza di elementi di controvento trasversali intermedi lungo la trave, il rapporto altezza/spessore per una trave a sezione rettangolare deve sufficientemente limitato.

La spaziatura degli elementi di fissaggio in zone di discontinuità deve essere opportunamente ridotta rispetto a quanto previsto nelle condizioni non sismiche.

Quando gli impalcati sono considerati, ai fini dell'analisi strutturale, come rigidi nel loro piano, in corrispondenza delle zone nelle quali si attua il trasferimento delle forze orizzontali agli elementi verticali (ad es. le pareti di controvento) si dovrà assicurare il mantenimento della direzione di tessitura delle travi di impalcato.

Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione

Instabilità laterale

Per i pilastri e per le travi in cui può verificarsi instabilità laterale e per elementi di telai, lo scostamento iniziale dalla rettilinearità (eccentricità) misurato a metà luce deve essere limitato a $1/450$ della lunghezza per elementi lamellari incollati e ad $1/300$ della lunghezza per elementi di legno massiccio.

Non si dovranno impiegare per usi strutturali elementi rovinati, schiacciati o danneggiati in altro modo.

Il legno, i suoi componenti derivati e gli elementi strutturali non dovranno essere esposti a condizioni più severe di quelle previste per la struttura finita.

Prima della costruzione il legno dovrà essere portato a un contenuto di umidità il più vicino possibile a quello appropriato alle condizioni ambientali in cui si troverà nella struttura finita. Se non si considerano importanti gli effetti di qualunque ritiro, o se si sostituiscono parti che sono state danneggiate in modo inaccettabile, è possibile accettare maggiori contenuti di umidità durante la messa in opera, purché ci si assicuri che al legno sia consentito di asciugare fino a raggiungere il desiderato contenuto di umidità.

Incollaggio

Quando si tiene conto della resistenza dell'incollaggio delle unioni per il calcolo allo stato limite ultimo, si presuppone che la fabbricazione dei giunti sia soggetta ad un controllo di qualità che assicuri che l'affidabilità sia equivalente a quella dei materiali giuntati.

La fabbricazione di componenti incollati per uso strutturale dovrà avvenire in condizioni ambientali controllate.

Quando si tiene conto della rigidità dei piani di incollaggio soltanto per il progetto allo stato limite di esercizio, si presuppone l'applicazione di una ragionevole procedura di controllo di qualità che assicuri che solo una piccola percentuale dei piani di incollaggio cederà durante la vita della struttura.

Si dovranno seguire le istruzioni dei produttori di adesivi per quanto riguarda la miscelazione, le condizioni ambientali per l'applicazione e la presa, il contenuto di umidità degli elementi lignei e tutti quei fattori concernenti l'uso appropriato dell'adesivo.

Per gli adesivi che richiedono un periodo di maturazione dopo l'applicazione, prima di raggiungere la completa resistenza, si dovrà evitare l'applicazione di carichi ai giunti per il tempo necessario.

Unioni con dispositivi meccanici

Nelle unioni con dispositivi meccanici si dovranno limitare smussi, fessure, nodi od altri difetti in modo tale da non ridurre la capacità portante dei giunti.

In assenza di altre specificazioni, i chiodi dovranno essere inseriti ad angolo retto rispetto alla fibratura e fino ad una profondità tale che le superfici delle teste dei chiodi siano a livello della superficie del legno.

La chiodatura incrociata dovrà essere effettuata con una distanza minima della testa del chiodo dal bordo caricato di almeno $10d$, essendo d il diametro del chiodo. I fori per i bulloni possono avere un diametro massimo aumentato di 1 mm rispetto a quello del bullone stesso. Sotto la testa e il dado si dovranno usare rondelle con il lato o il diametro di almeno $3d$ e spessore di almeno $0,3d$ (essendo d il diametro del bullone). Le rondelle dovranno appoggiare sul legno per tutta la loro superficie.

Bulloni e viti dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati e se necessario dovranno essere stretti ulteriormente quando il legno abbia raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio. Il diametro minimo degli spinotti è 8 mm. Le tolleranze sul diametro dei perni sono di 0,1 mm e i fori predisposti negli elementi di legno non dovranno avere un diametro superiore a quello dei perni.

Al centro di ciascun connettore dovranno essere disposti un bullone od una vite. I connettori dovranno essere inseriti a forza nei relativi alloggiamenti. Quando si usano connettori a piastra dentata, i denti dovranno essere pressati fino al completo inserimento nel legno. L'operazione di pressatura dovrà essere normalmente effettuata con speciali presse o con speciali bulloni di serraggio aventi rondelle sufficientemente grandi e rigide da evitare che il legno subisca danni.

Se il bullone resta quello usato per la pressatura, si dovrà controllare attentamente che esso non abbia subito danni durante il serraggio. In questo caso la rondella dovrà avere almeno la stessa dimensione del connettore e lo spessore dovrà essere almeno 0,1 volte il diametro o la lunghezza del lato.

I fori per le viti dovranno essere preparati come segue:

1. il foro guida per il gambo dovrà avere lo stesso diametro del gambo e profondità pari alla lunghezza del gambo non filettato;
2. il foro guida per la porzione filettata dovrà avere un diametro pari a circa il 50 % del diametro del gambo;
3. le viti dovranno essere avvitate, non spinte a martellate, nei fori predisposti.

Assemblaggio

L'assemblaggio dovrà essere effettuato in modo tale che non si verifichino tensioni non volute. Si dovranno sostituire gli elementi deformati e fessurati o malamente inseriti nei giunti.

Si dovranno evitare stati di sovrasollecitazione negli elementi durante l'immagazzinamento, il trasporto e la messa in opera. Se la struttura è caricata o sostenuta in modo diverso da come sarà nell'opera finita, si dovrà dimostrare che questa è accettabile anche considerando che tali carichi possono avere effetti dinamici. Nel caso per esempio di telai ad arco, telai a portale, ecc., si dovranno accuratamente evitare distorsioni nel sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.

ART.47. Regole di esecuzione per le strutture in acciaio

Composizione degli elementi strutturali

Spessori limite

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

Tali limitazioni non riguardano ovviamente elementi e profili sagomati a freddo.

Impiego di ferri piatti

L'impiego di piatti o larghi piatti, in luogo di lamiere, per anime e relativi coprighiunti delle travi a parete piena, e in genere per gli elementi in lastra soggetti a stati di tensione biassiali appartenenti a membrature aventi funzione statica non secondaria, è ammesso soltanto se i requisiti di accettazione prescritti per il materiale (in particolare quelli relativi alle prove di piegamento a freddo e resilienza) sono verificati anche nella direzione normale a quella di laminazione.

Variazioni di sezione

Le eventuali variazioni di sezione di una stessa membratura devono essere il più possibile graduati, soprattutto in presenza di fenomeni di fatica. Di regola sono da evitarsi le pieghe brusche. In ogni caso si dovrà tener conto degli effetti dell'eccentricità.

Nelle lamiere o piatti appartenenti a membrature principali e nelle piastre di attacco le concentrazioni di sforzo in corrispondenza di angoli vivi rientranti devono essere evitate mediante raccordi i cui raggi saranno indicati nei disegni di progetto.

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.

Unioni a taglio con bulloni normali

Bulloni

La lunghezza del tratto non filettato del gambo del bullone deve essere in generale maggiore di quella della parti da serrare e si deve sempre far uso di rosette. Qualora resti compreso nel foro un tratto filettato se ne deve tenere adeguato conto nelle verifiche di resistenza.

In presenza di vibrazioni o inversioni di sforzo, si devono impiegare controdadi oppure rosette elastiche, tali da impedire l'allentamento del dado. Per bulloni con viti 8.8 e 10.9 è sufficiente l'adeguato serraggio.

Tolleranze foro-bullone. Interassi dei bulloni e distanze dai margini

I fori devono avere un diametro uguale a quello del bullone maggiorato non più di 1 mm per diametri del bullone inferiori a 20 mm e di 1,5 mm per diametri dei bulloni superiori a 20 mm.

Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza

Pulizia delle superfici

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive cioè di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco; è ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica. Le giunzioni calcolate con $\mu = 0,45$ devono comunque essere sabbiate al metallo bianco.

Bulloni

I bulloni, i dadi e le rosette devono portare, in rilievo impresso, il marchio di fabbrica e la classificazione secondo la UNI EN 20898.

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:

- a) si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di 10° il dado;
- b) 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 di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e con frequenza trimestrale durante i lavori.

Prescrizioni particolari

Quando le superfici comprendenti lo spessore da bullonare per una giunzione di forza non hanno 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.

Unioni saldate

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo 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 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 potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo EN 2883.

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

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere seguite le prescrizioni della EN 1011 punti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la EN 29692.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal progettista ed eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori, che potrà integrarli ed estenderli in funzione dell'andamento dei lavori, e accettati ed eventualmente integrati dal collaudatore.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (es. raggi X o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alle prescrizioni della EN 12062. Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo EN 473 almeno di secondo livello.

È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché garantiti da adeguata documentazione tecnica. Le saldature dovranno in ogni caso essere sottoposte a controlli non distruttivi finali al fine di accertare la rispondenza ai livelli di qualità richiesti dal progetto. L'entità e il tipo di controlli sono definiti nel capitolo 11 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Unioni per contatto

Le superfici di contatto devono essere convenientemente piane ed ortogonali all'asse delle membrane collegate.

Le membrane senza flange di estremità devono avere le superfici di contatto segate o, se occorre, lavorate con la piallatrice, la fresatrice o la molatrice.

Per le membrane munite di flange di estremità si devono distinguere i seguenti casi:

- per flange di spessore inferiore o uguale a 50 mm è sufficiente la spianatura alla pressa o con sistema equivalente;
- per flange di spessore compreso tra i 50 e i 100 mm, quando non sia possibile una accurata spianatura alla pressa, è necessario procedere alla piallatura o alla fresatura delle superfici di appoggio;

- per flange di spessore maggiore di 100 mm le superfici di contatto devono sempre essere lavorate alla pialla o alla fresa.

Nel caso particolare delle piastre di base delle colonne si distingueranno i due casi seguenti:

- per basi senza livellamento con malta occorre, sia per la piastra della colonna che per l'eventuale contro piastra di fondazione, un accurato spianamento alla pressa e preferibilmente la piallatura o la fresatura;
- per basi livellate con malta non occorre lavorazione particolare delle piastre.

Piastre od apparecchi di appoggio

Basi di colonne

Le piastre di appoggio e le relative eventuali costolature devono essere proporzionate in modo da assicurare una ripartizione approssimativamente lineare della pressione sul cuscinetto sottostante.

I bulloni di ancoraggio devono essere collocati a conveniente distanza dalle superfici che limitano lateralmente la fondazione.

Appoggi metallici (fissi e scorrevoli)

Di regola, per gli appoggi scorrevoli, non sono da impiegare più di due rulli o segmenti di rullo; se i rulli sono due occorrerà sovrapporre ad essi un bilanciere che assicuri l'equipartizione del carico. Il movimento di traslazione dei rulli deve essere guidato in modo opportuno, dispositivi di arresto devono essere previsti dove il caso lo richieda. Le parti degli apparecchi che trasmettono pressioni per contatto possono essere di acciaio fuso, oppure ottenute per saldatura di laminati di acciaio. Le superfici di contatto devono essere lavorate con macchina utensile.

Appoggi di gomma

Per gli appoggi di gomma si applicheranno le istruzioni di cui alla norma CNR 10018/87 (Bollettino Ufficiale C.N.R. - xxvi - n. 161 - 1992).

Appoggio delle piastre di base

È necessario curare che la piastra di base degli apparecchi di appoggio delle colonne appoggi per tutta la sua superficie sulla sottostruttura attraverso un letto di malta.

Travi a parete piena e reticolari

Travi chiodate

Nel proporzionamento delle chiodature che uniscono all'anima i cantonali del corrente caricato, si deve tener conto del contributo di sollecitazione di eventuali carichi direttamente applicati al corrente stesso. Se tali carichi sono concentrati ed il corrente è sprovvisto di piattabande, si provvederà a diffonderli con piastra di ripartizione.

Le interruzioni degli elementi costituenti le travi devono essere convenientemente distanziate e singolarmente provviste di coprigiunto. La coincidenza trasversale di più interruzioni non è ammessa neanche per coprigiunto adeguato alla sezione interrotta, eccettuato il caso di giunti di montaggio. I coprigiunti destinati a ricostituire l'intera sezione dell'anima devono estendersi all'intera altezza di essa.

Nelle travi con pacchetti di piattabande distribuite con il criterio di ottenere l'uniforme resistenza a flessione, ciascuna piattabanda deve essere attaccata al pacchetto esternamente alla zona dove ne è necessario il contributo; il prolungamento di ogni piattabanda oltre la sezione in cui il momento flettente massimo eguaglia quello resistente, deve essere sufficiente per consentire la disposizione di almeno due file di chiodi, la prima delle quali può essere disposta in corrispondenza della sezione suddetta.

Travi saldate

Quando le piattabande sono più di una per ciascun corrente si potranno unire tra loro con cordoni d'angolo laterali lungo i bordi, purché abbiano larghezza non maggiore di 30 volte lo spessore.

L'interruzione di ciascuna piattabanda deve avvenire esternamente alla zona dove ne è necessario il contributo, prolungandosi per un tratto pari almeno alla metà della propria larghezza. In corrispondenza della sezione terminale di ogni singolo tronco di piattabanda si deve eseguire un cordone d'angolo di chiusura che abbia altezza di gola pari almeno alla metà dello spessore della piattabanda stessa e sezione dissimmetrica col lato più lungo nella direzione della piattabanda. Inoltre, in presenza di fenomeni di fatica, la piattabanda deve essere raccordata al cordone con opportuna rastremazione.

Nervature dell'anima

Le nervature di irrigidimento dell'anima in corrispondenza degli appoggi della trave o delle sezioni in cui sono applicati carichi concentrati devono essere, di regola, disposte simmetricamente rispetto all'anima e verificate a carico di punta per l'intera azione localizzata.

Potrà a tali effetti considerarsi collaborante con l'irrigidimento una porzione d'anima di larghezza non superiore a 12 volte lo spessore dell'anima, da entrambe le parti adiacenti alle nervature stesse.

Per la lunghezza d'inflessione dovrà assumersi un valore commisurato alle effettive condizioni di vincolo dell'irrigidimento ed in ogni caso non inferiore ai $\frac{3}{4}$ dell'altezza dell'anima.

Le nervature di irrigidimento di travi composte saldate devono essere collegate all'anima mediante cordoni di saldatura sottili e, di regola, continui. Nel caso si adottino cordoni discontinui, la lunghezza dei tratti non saldati dovrà essere inferiore a 12 volte lo spessore dell'anima, e, in ogni caso, a 25 cm; inoltre nelle travi soggette a fatica si verificherà che la tensione longitudinale nell'anima non superi quella ammissibile a fatica per le disposizioni corrispondenti.

Travi reticolari

Gli assi baricentrici delle aste devono di regola coincidere con gli assi dello schema reticolare; tale avvertenza è particolarmente importante per le strutture sollecitate a fatica. La coincidenza predetta per le aste di strutture chiodate o bullonate costituite da cantonali può essere osservata per gli assi di chiodatura e bullonatura anziché per gli assi baricentrici.

Il baricentro della sezione resistente del collegamento ai nodi deve cadere, di regola, sull'asse geometrico dell'asta. Ove tale condizione non sia conseguibile, dovrà essere considerato, nel calcolo del collegamento, il momento dovuto all'eccentricità tra baricentro del collegamento e asse baricentrico dell'asta.

Nei correnti a sezione variabile gli elementi, che via via si richiedono in aumento della sezione resistente, devono avere lunghezza tale da essere pienamente efficienti là dove ne è necessario il contributo.

Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, dovranno essere idoneamente protetti tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato.

Devono essere particolarmente protetti gli elementi dei giunti ad attrito, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto. Il progettista prescriverà il tipo e le modalità di applicazione della protezione, che potrà essere di pitturazione o di zincatura a caldo. Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di conglomerato cementizio non dovranno essere pitturati, potranno essere invece zincati a caldo.

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.48. Solai in ferro e tavelloni

Solai con tavelloni

I solai misti in acciaio e tavelloni sono formati da profilati metallici e laterizi e massetto in c.a., 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.

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.

Solai ad orditura composta

Il solaio ad orditura composta è impiegato per coprire ambienti con luce netta maggiore di 6,00÷7,00 m. A differenza di quello ad orditura semplice ha la struttura portante composta da due ordini di travi: principali e secondarie.

Le travi secondarie sono disposte ortogonalmente a quelle principali e possono essere collegate nei seguenti tre modi:

- poste sopra le principali, 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.

Sezione IV – Strutture di completamento

ART.49. Esecuzione coperture continue (piane)

Definizioni

Si intendono per 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 dai seguenti strati funzionali (definite secondo la UNI 8178).

Copertura non termoisolata non ventilata

La copertura non termoisolata non ventilata avrà quali strati ed 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.

Copertura ventilata ma non termoisolata

La copertura ventilata ma non termoisolata avrà quali 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.

Copertura termoisolata non ventilata

La copertura termoisolata non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- lo strato di pendenza;

- lo strato di schermo o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo), o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- elemento di tenuta all'acqua;
- elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- strato filtrante;
- strato di protezione.

Copertura termoisolata e ventilata

La copertura termoisolata e ventilata avrà quali 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 UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

Realizzazione degli strati

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o nel suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato su calcestruzzi, strutture metalliche, strutture miste acciaio calcestruzzo, 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 all'articolo prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà curare: la corretta realizzazione dei

giunti utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), 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 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 una 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 od 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 rinviando 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 ostacolano 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 (vedere articolo prodotti per coperture continue);
- nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), 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.

Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni progettuali e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o le precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

Controlli e aggiornamento del piano di adeguamento tecnico funzionale dell'opera

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue:

- nel corso dell'esecuzione dei lavori verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed 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: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni (per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati); l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
 - adesioni o connessioni fra strati (o quando richiesta l'esistenza di completa separazione);
 - la tenuta all'acqua, all'umidità ecc.
- a conclusione dell'opera eseguirà prove di controllo (anche solo localizzate di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc.) che siano significative delle ipotesi previste dal progetto esecutivo. Avrà cura di aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione ai fini dell'aggiornamento e integrazione del piano di manutenzione dell'opera.

Lucernari

Generalità

I lucernari sono discontinuità dei solai di copertura realizzate con infisso esterno piano o inclinato per consentire l'illuminazione naturale e/o l'aerazione degli ambienti.

Possono 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.

Lucernari continui

Si tratta di 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. Le protezioni dei fissaggi sono ottenute mediante bicchierini a tenuta in acrilico antiurto trasparenti, ispezionabili, resistenti alla aggressione dei raggi U.V.

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, per evacuazione di fumo e calore.

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.

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.

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.

Lucernari a cupola

Si tratta di lucernari monolitici termoformati, in polimetilmetacrilato (pmma) o policarbonato compatto, con morfologia a "cupola", a base circolare - ampiezza della curva standard o secondo specifiche richieste.

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. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo semplificato.

ART.50. Esecuzione coperture discontinue (a falda)

Generalità

Si intendono per coperture discontinue (a falda) quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal materiale e dalla conformazione dei prodotti.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- coperture senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- coperture con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

Strati funzionali

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 dai seguenti strati funzionali (definite secondo la norma UNI 8178):

- 1) la copertura non termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
 - a. l'elemento portante: con funzione di sopportare i carichi permanenti ed i sovraccarichi della copertura;
 - b. strato di pendenza: con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre integrata in altri strati);
 - c. elemento di supporto: con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati (e di trasmettere la forza all'elemento portante);
 - d. elemento di tenuta: con funzione di conferire alle coperture una prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle azioni meccaniche fisiche e chimiche indotte dall'ambiente esterno e dall'uso.
- 2) la copertura non termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi funzionali:

- a. lo strato di ventilazione: con funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche igrotermiche attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
 - b. strato di pendenza (sempre integrato);
 - c. l'elemento portante;
 - d. l'elemento di supporto;
 - e. l'elemento di tenuta.
- 3) la copertura termoisolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
 - a. l'elemento termoisolante: con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
 - b. lo strato di pendenza (sempre integrato);
 - c. l'elemento portante;
 - d. lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore: con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
 - e. l'elemento di supporto;
 - f. l'elemento di tenuta.
- 4) la copertura termoisolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:
 - a. l'elemento termoisolante;
 - b. lo strato di ventilazione;
 - c. lo strato di pendenza (sempre integrato);
 - d. l'elemento portante;
 - e. l'elemento di supporto;
 - f. l'elemento di tenuta.
- 5) la presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.

Realizzazione degli strati

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto esecutivo; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o da suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- 1) per l'elemento portante vale quanto riportato al punto 79.2;
- 2) per l'elemento termoisolante vale quanto indicato nell'articolo sulle membrane destinate a formare strati di protezione;
- 3) per l'elemento di supporto, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato su prodotti di legno, malte di cemento, profilati metallici, getti di calcestruzzo, elementi preformati di base di materie plastiche. Si verificherà durante l'esecuzione la sua rispondenza alle prescrizioni del progetto, l'adeguatezza nel trasmettere i carichi all'elemento portante nel sostenere lo strato sovrastante;
- 4) l'elemento di tenuta all'acqua sarà realizzato con i prodotti previsti dal progetto e che rispettino anche le prescrizioni previste nell'articolo sui prodotti per coperture discontinue. In fase di posa si dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e/o le sovrapposizioni, utilizzando gli accessori (ganci, viti, ecc.) e le modalità esecutive previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ed accettate dalla direzione dei lavori, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.) e di sicurezza. Particolare attenzione dovrà essere prestata nella realizzazione dei bordi, dei punti particolari e comunque ove è previsto l'uso di pezzi speciali e il coordinamento con opere di completamento e finitura (scossaline, gronde, colmi, camini, ecc.);

- 5) per lo strato di ventilazione vale quanto indicato al punto 79.2. Inoltre nel caso di coperture con tegole posate su elemento di supporto discontinuo, la ventilazione può essere costituita dalla somma delle microventilazioni sottotegola;
- 6) lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore dovrà soddisfare quanto prescritto nel punto 79.2;
- 7) per gli altri strati complementari il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile. Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla direzione dei lavori, ivi comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.

Controlli e aggiornamento del piano di adeguamento tecnico funzionale dell'opera

Nel corso dell'esecuzione dei lavori con riferimento ai tempi e alle procedure, il direttore dei lavori verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed 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 dovranno essere verificati i collegamenti tra gli strati, la realizzazione dei 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 (portate, punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), l'impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

A conclusione dell'opera dovranno essere eseguite prove (anche solo localizzate) per verificare la tenuta all'acqua, le condizioni di carico (frecce), la resistenza ad azioni localizzate e quanto altro può essere verificato direttamente in sito.

Il direttore dei lavori dovrà aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti per l'integrazione del piano di adeguamento tecnico funzionale dell'opera.

ART.51. Opere di impermeabilizzazione

Definizioni

Si intendono per 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 controterra, 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.

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).

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, vedere l'articolo "Pali di fondazione" (art. 69).
- per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, vedere l'articolo "Prodotti per pavimentazione" (art. 35).

Impermeabilizzazione di opere interrato

Per l'impermeabilizzazione di opere interrato valgono le prescrizioni seguenti:

- 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 reinterro (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, 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 nella lettera a) 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 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 tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori.

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 ed altri prodotti similari sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

Controlli e aggiornamento del piano di adeguamento tecnico funzionale dell'opera

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue:

- 1) 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 ed 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.;
- 2) a conclusione dell'opera dovrà eseguire 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.

Il direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, eventuali schede di prodotti, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

ART.52. Esecuzione delle pareti esterne e partizioni interne

Definizioni

Si intende per parete esterna il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno.

Si intende per partizione interna 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 od 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).

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 sia composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni).

Pareti a cortina (facciate continue)

Le pareti a cortina (facciate continue) saranno realizzate utilizzando i materiali e 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, 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, 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 ed in modo che le stesse non siano danneggiate dai movimenti delle facciate.

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 simili saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo 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.

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 prodotti per pareti esterne e partizioni interne. Nell'esecuzione si seguiranno le modalità previste dal produttore (ivi incluso l'utilizzo di appositi attrezzi) ed 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 ed 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 e altro, che garantiscano il raggiungimento dei livelli di prestazione previsti e che saranno completati 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.

Parete divisoria modulare

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 ed in qualsiasi momento, secondo le particolari specifiche d'utenza.

Modulo cieco

Il modulo cieco finito, con spessore totale 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 a scelta della direzione dei lavori.

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

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; 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°.

Normativa di riferimento

Le pareti divisorie devono essere costruite secondo le normative di sicurezza e d'accessibilità vigenti: antinfortunistica, antincendio, insonorizzazione ed accesso disabili.

Norme antincendio

Si richiamano le seguenti norme:

C.M. 14 settembre 1961, n. 91 - Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura in acciaio destinati ad uso civile.

D.M. 30 novembre 1983 - Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi.

Strutture in vetrocemento

Generalità

Strutture sia orizzontali che verticali costituite da blocchi di vetro stampato (diffusori) compresi fra sottili nervature di calcestruzzo di cemento leggermente armate.

Coperture praticabili piane o inclinate

La struttura in vetro cemento per coperture praticabili piane o inclinate dovrà essere costituita da diffusori in vetro pressato (del tipo semplice a tazza, a piastra o a camera d'aria) ricotto o temperato, annegati in nervature reticolari di conglomerato cementizio della classe non inferiore a Rck 35 N/mm² additivato, armate per un sovraccarico di almeno 400 kg/m², spessore della nervatura o intervetro da 5 cm, comprese le casseforme con relativi sostegni, la rifinitura della faccia vista superiore a perfetto piano con gli elementi in vetrocemento, la

perfetta tenuta all'acqua, l'eventuale formazione di giunti e sportelli apribili (con telaio e controtelaio in ferro ancorato nelle nervature), l'eventuale gocciolatoio terminale.

Pareti interne o esterne verticali

La struttura in vetrocemento per pareti interne o esterne verticali, piane o curve, per divisori e parapetti, dovrà essere costituita da diffusori di vetro (del tipo semplice a tazza, a piastra) pressato ricotto o temprato, annegati con nervature reticolari di conglomerato cementizio della classe non inferiore a Rck 35 N/mm² additivato, adeguatamente armate per reggere una spinta di 150 kg/m², intervetro da 1 cm, con superfici perfettamente lisce e rasate sulle due facce.

ART.53. Intonaci

Intonaco grezzo

L'intonaco grezzo dovrà essere costituito da uno strato di rinzafo rustico, applicato con predisposte poste e guide, su pareti, soffitti e volte sia per interni che per esterni.

L'intonaco potrà essere eseguito:

- 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.

Intonaco grezzo fratazzato

L'intonaco grezzo fratazzato dovrà essere costituito da un primo strato di rinzafo e da un secondo strato fratazzato rustico, applicato con predisposte poste e guide, su pareti e soffitti, sia per interni che per esterni.

L'intonaco potrà essere eseguito con malta.

Intonaco civile

L'intonaco civile dovrà essere formato da tre strati di cui il primo di rinzafo, un secondo tirato in piano con regolo e fratazzo con predisposte poste e guide ed un terzo di rifinitura formato da uno strato di colla della stessa malta passata al crivello fino, lisciata con fratazzo metallico o alla pezza, per pareti, soffitti e volte, sia all'interno che all'esterno. L'intonaco potrà essere eseguito con malta.

Intonaco resistente alla fiamma

L'intonaco resistente alla fiamma dovrà essere a base di materiali isolanti (vermiculite, per lite) impastati con idonei leganti e correttivi. Dovrà essere applicato su pareti e soffitti aventi superficie rasata o rustica, per lo spessore minimo di 2 cm, e comunque adeguati a quanto richiesto dalle norme.

Paraspigoli

I paraspigoli dovranno essere applicati, prima della formazione degli intonaci, dei profilati in lamiera zincata dell'altezza minima di 1,70 m e dello spessore di 1 mm.

ART.54. Opere di vetratura e serramentistica

Definizioni

Si intendono per opere di vetratura 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.

Si intendono per opere di serramentistica quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

Realizzazione

La realizzazione delle opere di vetratura deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto; 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 vento e neve, delle sollecitazioni dovute a eventuali sbattimenti 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, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc.

Per la valutazione dell'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 ed 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 ed ante apribili; la resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termigrometrici 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, 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 da 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 ed 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. Comunque la sigillatura deve 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.

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 ed 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 ai 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 ed accettate dalla direzione dei lavori.

Controlli e aggiornamento del piano di adeguamento tecnico funzionale dell'opera

Il direttore dei lavori per la realizzazione opererà come segue:

- 1) 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 ed i controtelai; l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni;
- 2) a conclusione dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza dei giunti, sigillature, ecc. Eseguirà 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, nonché prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.

Il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, eventuali schede di prodotti, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

ART.55. Esecuzione delle pavimentazioni

Definizioni

Si intende per pavimentazione un sistema edilizio avente quale scopo quello di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

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

Strati funzionali

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 dai seguenti strati funzionali.

- 1) La pavimentazione su strato portante avrà quali 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 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 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.).
- 2) A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali:
 - strato di impermeabilizzante con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi e ai vapori;
 - strato di isolamento termico con 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, pendenze, errori di planarità ed eventualmente incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).
- 3) La pavimentazione su terreno avrà quali 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.

Realizzazione degli strati

Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto; ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o da suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- 1) per lo strato portante a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sulle strutture di calcestruzzo, strutture metalliche, strutture miste acciaio e calcestruzzo, strutture di legno, ecc.;
- 2) per lo strato di scorrimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali la 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 la realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, risvolti, ecc.;
- 3) 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;

- 4) 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 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 di 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;
- 5) per lo strato di rivestimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nell'articolo "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, 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 ed i tempi di maturazione;
- 6) 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;
- 7) per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato all'articolo sulle coperture piane;
- 8) 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 dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata 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). Sarà verificato nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc., il corretto posizionamento di questi elementi ed i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc. con lo strato sottostante e sovrastante;
- 9) 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 a 20 mm).

Materiali

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 da suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- 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, 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 seguenti 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 (o alle norme CNR sulle costruzioni stradali) e dalle 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, 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 UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali;
- per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni della UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali. 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 considereranno, a seconda della soluzione costruttiva prescritta dal progetto, le indicazioni fornite dal progetto stesso, e si cureranno, in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.), 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.

Controlli e aggiornamento del piano di adeguamento tecnico funzionale dell'opera

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle pavimentazioni opererà come segue:

- nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte, accertandosi, almeno per gli strati più significativi, che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli e in genere con prodotti preformati; l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:
 - a. le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
 - b. adesioni fra strati (o quando richiesto l'esistenza di completa separazione);
 - c. tenute all'acqua, all'umidità, ecc.
- a conclusione dei lavori 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.

Il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, eventuali schede di prodotti, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

ART.56. Opere di rifinitura varie

Decorazioni

Per l'esecuzione delle decorazioni, sia nelle pareti interne che nei prospetti esterni, la direzione dei lavori fornirà all'appaltatore, qualora non compresi tra i disegni di contratto o ad integrazione degli stessi, i necessari particolari costruttivi. Le campionature dovranno essere formalmente accettate dal direttore dei lavori.

Tinteggiature e verniciature

Le operazioni di tinteggiatura o verniciatura dovranno essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (raschiature, scrostature, stuccature, levigature, ecc.) con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro. La miscelazione e posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti dovrà avvenire nei rapporti, modi e tempi indicati dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto.

L'applicazione dei prodotti vernicianti non dovrà venire effettuata su superfici umide, l'intervallo di tempo fra una mano e la successiva sarà, salvo diverse prescrizioni, di 24 ore; la temperatura ambiente non dovrà 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 ogni caso le opere eseguite dovranno essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione.

Le opere di verniciatura su manufatti metallici saranno precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate; verranno quindi applicate almeno una mano di vernice protettiva e un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e 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 dovrà attendere un adeguato periodo, fissato dalla direzione dei lavori, di stagionatura degli intonaci; trascorso questo periodo si procederà all'applicazione di una mano di imprimitura (eseguita con prodotti speciali) o una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e delle caratteristiche fissate.

La tinteggiatura potrà essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, ecc., in conformità con i modi fissati per ciascun tipo di lavorazione.

Tappezzerie

L'applicazione di tappezzerie verrà 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.

Questo tipo di rivestimenti dovranno essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete con giunti realizzati secondo le prescrizioni della direzione dei lavori.

Rivestimenti per interni ed esterni

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.

Sistemi realizzati con prodotti rigidi

Per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, ecc. con dimensioni e pesi simili) 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 ed 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 (od ancoraggio) costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimica e termica 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 simili si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e simili) a loro volta ancorati direttamente nella parte muraria e/o su tralicci o simili. Comunque i sistemi di fissaggio devono garantire un'adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alla corrosione, 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 comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, pioggia, ecc. ed assolvere le altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua ecc. Durante la posa del rivestimento si cureranno 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 e altri materiali a base di metallo o materia plastica si procederà analogamente a quanto descritto per le lastre.

Si curerà, in base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, l'esecuzione dei fissaggi, la collocazione rispetto agli strati sottostanti onde evitare incompatibilità termiche, chimiche od elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o il rumore indotti da vento, pioggia, ecc. Verranno inoltre verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

Sistemi realizzati con prodotti flessibili

I sistemi con prodotti flessibili devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto 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; a completamento del progetto devono rispondere alle indicazioni seguenti.

A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua pulizia ed asportazione dei materiali esistenti nonché al riempimento di fessure, 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.

Si stenderà uno strato di fondo (fissativo) solitamente costituito dallo stesso adesivo che si userà per l'incollaggio (ma molto più diluito con acqua) in modo da rendere uniformemente assorbente il supporto stesso e da chiudere i pori più grandi. Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (esempio tessili) si provvederà ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto simile allo scopo di ottenere levigatezza e continuità volute.

Si applica 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.

Durante l'applicazione si curerà 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.

Sistemi realizzati con prodotti fluidi

I sistemi con prodotti fluidi devono rispondere alle indicazioni seguenti:

- 1) su pietre naturali e artificiali impregnazione della superficie con siliconi o oli fluorurati, non pellicolanti, resistenti agli uv, al dilavamento, agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera;
- 2) suintonaci esterni:
 - a. tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
 - b. pitturazione della superficie con pitture organiche.
- 3) suintonaci interni:
 - a. tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
 - b. pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
 - c. rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
 - d. tinteggiatura della superficie con tinte a tempera.
- 4) su prodotti di legno e di acciaio. I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto; in loro mancanza (o a loro integrazione) si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla direzione dei lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme UNI 8758 o UNI 8760 e riguarderanno:
 - a. criteri e materiali di preparazione del supporto;
 - b. criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, condizioni per la successiva operazione;
 - c. criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio ivi comprese le condizioni citate al punto precedente per la realizzazione e la maturazione;
 - d. criteri e materiali per lo strato di finiture ivi comprese le condizioni citate al secondo punto.
- 5) 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.

Controlli e aggiornamento del piano di adeguamento tecnico funzionale dell'opera

Il direttore dei lavori per la realizzazione del sistema di rivestimento opererà come segue:

- 1) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritti; inoltre, almeno per gli strati più significativi, si 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:
 - a. 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.;
 - b. per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli) la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;

- c. per i rivestimenti fluidi o in pasta il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto nel punto a) verificando la loro completezza, ecc., specialmente per le parti difficilmente controllabili al termine dei lavori.
- 2) a conclusione dei lavori 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, l'effetto finale e l'adesione al supporto; per quelli fluidi la completezza, l'assenza di difetti locali, l'aderenza al supporto.
- Il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, eventuali schede di prodotti, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

ART.57. Giunti di dilatazione

Giunti di dilatazione per pavimenti

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.

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.

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.

Giunti di dilatazione per facciate, pareti e soffitti

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.

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.

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.

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 una clip ogni ____ cm, ovvero come previsto dal produttore.

Capitolo 5 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI IDRICI E FOGNARI

ART.58. Sistemi di collegamento 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 all'edificio facendo affidamento sul solo attrito.

I corpi illuminanti dovranno essere dotati di dispositivi di sostegno tali da 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.59. Impianti idrico-sanitari

Caratteristiche dei materiali

I materiali e gli oggetti, così come i loro prodotti di assemblaggio (gomiti, valvole di intercettazione, guarnizioni ecc.), devono essere compatibili con le caratteristiche delle acque destinate al consumo umano, quali definite nell'allegato I del D.Lgs. n. 31/2001. Inoltre essi non devono, nel tempo, in condizioni normali o prevedibili d'impiego e di messa in opera, alterare l'acqua con essi posta a contatto:

- conferendole un carattere nocivo per la salute;
- modificandone sfavorevolmente le caratteristiche organolettiche, fisiche, chimiche e microbiologiche.

I materiali e gli oggetti non devono, nel tempo, modificare le caratteristiche delle acque poste in contatto con essi, in maniera tale da non consentire il rispetto dei limiti vigenti negli effluenti dagli impianti di depurazione delle acque reflue urbane.

Prescrizioni normative

Ai sensi del DM 37/2008, sono soggetti all'applicazione della stessa legge gli impianti idrosanitari nonché quelli di trasporto, di trattamento, di uso, di accumulo e di consumo di acqua all'interno degli edifici a partire dal punto di consegna dell'acqua fornita dall'ente distributore.

a) Per i criteri di progettazione, collaudo e gestione valgono le seguenti norme:

UNI 9182 - Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

UNI 9183 - Edilizia. Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

UNI 9184 - Edilizia. Sistemi di scarico delle acque meteoriche. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

b) Per quanto riguarda i disegni tecnici si fa riferimento alle seguenti norme:

UNI 9511-1 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico.

UNI 9511-2 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per apparecchi e rubinetteria sanitaria.

UNI 9511-3 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per la regolazione automatica.

UNI 9511-4 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di refrigerazione.

UNI 9511-5 - Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per sistemi di drenaggio e scarico acque usate.

Contatori per acqua

Contatori per acqua fredda

I contatori da impiegarsi normalmente sui circuiti idraulici per temperature dell'acqua non superiori a 35°C potranno essere dei seguenti tipi:

- tipo a turbina, a getto multiplo od unico, a quadrante asciutto o bagnato;
- a mulinello (Woltmann), in esecuzione chiusa o a revisione.

I contatori a turbina a getto unico saranno di solito impiegati per acque con tendenza a formare incrostazioni, e in questo caso, si darà la preferenza a contatori a quadrante bagnato.

Per la misura di portate rilevanti, e non soggette a notevoli variazioni (condotte prementi, circuiti di raffreddamento e simili) saranno impiegati contatori a mulinello (Woltmann).

Per quanto riguarda definizioni, requisiti, prove di attacchi, si farà riferimento alle seguenti norme (valide per i contatori a turbina; per i contatori a mulinello si ricorrerà alle norme solo in quanto ad essi applicabili):

- definizioni e prove: **UNI 1075 1 e 2**;
- dimensioni e quadranti: **UNI 1064 -1067**;
- montaggi sulla tubazione: **UNI 1073 - 1074**; **UNI 2223**; **UNI 2229**.

I contatori devono essere costruiti con materiali di note caratteristiche per quanto riguarda la loro resistenza meccanica e strutturale a temperature non inferiori a 35°C. Detti materiali devono essere tali da non formare tra loro coppie elettrolitiche capaci di causare fenomeni di corrosione apprezzabili, nonché capaci di resistere ad ogni possibile attacco chimico dell'acqua.

Le orologerie dovranno essere facilmente smontabili per le operazioni di revisione e riparazione; i quadranti in materiale indeformabile, con scritte inalterabili nel tempo anche se immersi nell'acqua; i rulli, nei contatori a lettura diretta, in materiale rigorosamente inossidabile; i vetri ben trasparenti, senza difetti e idonei a sopportare una eventuale sovrappressione per colpo d'ariete.

Contatori per acqua calda

I contatori per acqua calda avranno caratteristiche analoghe ai precedenti, con l'avvertenza che i materiali impiegati dovranno essere inalterabili per temperature sino a 100°C. Per le prove d'accettazione si applicherà la norma:

- **UNI 8349** - Contatori per acqua calda per uso sanitario. Prescrizioni e prove.

Criteri di esecuzione

Posa in opera delle tubazioni

Per la posa delle tubazioni si applicano le disposizioni dell'appendice U (Prescrizioni particolari di impiego e posa delle tubazioni) alla norma UNI 9182.

In particolare le tubazioni in acciaio zincato non devono essere piegate a caldo o a freddo per angoli superiori a 45°, né sottoposte a saldatura. Tali tipi di tubazioni, se interrate e non facilmente ispezionabili, devono essere opportunamente protette dalla corrosione, non devono essere impiegate per convogliare acqua avente temperatura superiore a 60°C e durezza inferiore a 10°F, e non devono essere precedute da serbatoi o tratti di tubazione in rame.

Ancoraggi delle tubazioni a vista

Gli ancoraggi e i sostegni delle tubazioni non interrati devono essere eseguiti:

- per le tubazioni di ghisa e di plastica: mediante collari in due pezzi fissati immediatamente a valle del bicchiere, con gambo inclinato verso il tubo; per pezzi uguali o superiori al metro deve applicarsi un collare per ogni giunto;
- per le tubazioni in acciaio e rame: mediante collari di sostegno in due pezzi, nelle tubazioni verticali; mediante mensole nelle tubazioni orizzontali, poste a distanza crescente al crescere del diametro delle tubazioni, e comunque a distanza tale da evitare avvallamenti.

Pulizia e disinfezione della rete idrica e dei serbatoi

Le tubazioni per la distribuzione di acqua potabile, come stabilito dalla norma UNI 9182, prima della messa in funzione dovranno essere sottoposte a:

- prelavaggio per l'eliminazione dei residui di lavorazione;
- lavaggio prolungato dopo l'ultimazione dell'impianto, compresa l'installazione dei rubinetti;
- disinfezione mediante immissione nella rete idrica di cloro gassoso, miscela di acqua con cloro gassoso, miscela d'acqua con ipoclorito di calcio, risciacquando fino a quando necessario con acqua potabile. La miscela disinfettante dovrà permanere in tutti i tratti della rete idrica per almeno 8 ore;
- risciacquo finale effettuato con acqua potabile sino a quando necessario, prelevando successivamente i campioni d'acqua da sottoporre ad analisi presso laboratori specializzati. I risultati delle analisi sono fondamentali ed indispensabili per l'utilizzazione dell'impianto di distribuzione.

I serbatoi di accumulo acqua devono essere disinfettati allo stesso modo della rete idrica, con la differenza che la soluzione deve fare rilevare almeno 200 ppm di cloro residuo.

L'impresa appaltatrice durante la disinfezione deve predisporre tutti i provvedimenti cautelativi (avvisi, segnali, ecc.) per impedire il prelevamento d'acqua potabile da parte di non addetti ai lavori.

In caso di modifiche all'impianto di distribuzione deve essere ripetuta l'operazione di pulizia e disinfezione.

Isolamento termico

Le protezioni termiche (rivestimenti isolanti) delle tubazioni devono essere costituite da materiali aventi bassa conducibilità termica; esse vengono impiegate per due distinti scopi:

- impedire la condensazione del vapore acqueo dell'aria su tubazioni ed apparecchiature attraversate da acqua fredda;
- ridurre le dispersioni di calore nelle tubazioni ed apparecchiature attraversate da acqua calda.

Materiali isolanti

I rivestimenti isolanti, applicati alle tubazioni per impedire la condensazione del vapore acqueo, saranno costituiti da:

- lana di roccia, in materassini aventi spessore non inferiore a 20 mm, trapunta su cartone catramato;
- sughero, in lastre o coppelle, aventi spessore non inferiore a 25 mm e densità non superiore a 120 kg/m³.

Protezione contro la corrosione

Generalità

Con il termine protezione contro la corrosione si indica l'insieme di quegli accorgimenti tecnici atti a evitare che si verifichino le condizioni per certe forme di attacco dei manufatti metallici, dovute - per la maggior parte - ad una azione elettrochimica.

In linea generale occorrerà evitare che si verifichi una disimmetria del sistema metallo-elettrolita, per esempio il contatto di due metalli diversi, l'aerazione differenziale, ecc.

Le protezioni possono essere di tipo passivo o attivo, o di entrambi i tipi.

La protezione passiva consiste nell'isolare le tubazioni dall'ambiente esterno e fra loro, mediante idonei rivestimenti superficiali di natura organica e inorganica, e/o interrompere la continuità di ciascuna tubazione interponendo speciali giunti dielettrici. La protezione attiva consiste nel mantenere le tubazioni in particolari condizioni elettrochimiche in modo da evitare la continua cessione di metallo al mezzo circostante.

Mezzi per la protezione passiva

I mezzi per la protezione passiva delle tubazioni possono essere costituiti da:

- speciali vernici bituminose, applicate a caldo o a freddo;
- vernici anticorrosive a base di adatte resine sintetiche metallizzate o meno;
- vernici anticorrosive a base di ossidi;
- fasce in fibra di vetro bituminoso;
- fasce sovrapponibili paraffinate in resine sintetiche;
- manicotti isolanti e canne isolanti in amianto cemento o in resine sintetiche, usabili per l'attraversamento di parti murarie;
- giunti dielettrici.

I rivestimenti, di qualsiasi natura, devono essere accuratamente applicati alle tubazioni, previa accurata pulizia, e non devono presentare assolutamente soluzioni di continuità.

All'atto dell'applicazione dei mezzi di protezione occorre evitare che in essi siano contenute sostanze suscettibili di attaccare sia direttamente che indirettamente il metallo sottostante, attraverso eventuale loro trasformazione.

Le tubazioni interrato dovranno essere posate su un letto di sabbia neutra e ricoperte con la stessa sabbia per un'altezza non inferiore a 15 cm sulla generatrice superiore del tubo.

Mezzi per la protezione attiva

La protezione attiva delle condotte assoggettabili alle corrosioni per l'azione di corrente esterna impressa o vagante deve essere effettuata mediante protezione catodica: sovrapponendo alla corrente di corrosione una corrente di senso contrario di intensità uguale o superiore a quella di corrosione.

L'applicazione di questo procedimento sarà condizionata dalla continuità elettrica di tutti gli elementi delle tubazioni e dall'isolamento esterno rinforzato dei tubi.

Protezione passiva ed attiva

Qualora le tubazioni isolate con uno dei mezzi indicati per la protezione passiva non risultassero sufficientemente difese dovrà provvedersi anche alla contemporanea protezione attiva adottando uno dei sistemi già illustrati.

Rete di ventilazione

Sistemi di aerazione delle reti di ventilazione

Per ventilazione di un impianto idrosanitario si intende il complesso di colonne e diramazioni che collegano le colonne di scarico e i sifoni dei singoli apparecchi sanitari con l'aria esterna, al fine di evitare pressioni e depressioni nella rete di scarico. Le diramazioni di ventilazione sono le tubazioni che collegano i sifoni degli apparecchi con le colonne di ventilazione. Le colonne di ventilazione sono tubazioni verticali parallele alle colonne di scarico.

La ventilazione degli impianti sanitari per lo smaltimento verso l'esterno di cattivi odori può essere realizzata nei seguenti modi:

- ventilazione primaria: ottenuta prolungando la colonna di scarico oltre la copertura dell'edificio, preferibilmente al di sopra del punto più alto dell'edificio per un'altezza di almeno un metro. Il punto terminale deve essere dotato di cappello esalatore del tipo antipioggia. È consigliabile installare il tipo girevole in modo che la bocca di aerazione si venga a trovare in posizione riparata rispetto al direzione del vento;
- ventilazione a gancio: è impiegata per gli apparecchi in batteria (max 3), tipici dei servizi igienici di edifici pubblici, applicando la ventilazione all'estremità del collettori di scarico in prossimità della parte terminale fino al di sopra degli apparecchi serviti; in caso in cui gli apparecchi sanitari siano più di tre dovrà effettuarsi la ventilazione anche in una posizione intermedia del collettore di scarico;
- ventilazione unitaria: ottenuta ventilando i sifoni di tutti gli apparecchi sanitari. L'attacco della diramazione alla tubazione di scarico dovrà essere il più vicino possibile al sifone senza peraltro nuocere al buon funzionamento sia dell'apparecchio servito che del sifone.

In assenza di precise indicazioni progettuali si farà riferimento all'appendice F (raccordi di ventilazione) della norma UNI 9183; in generale per i vasi dovranno adoperarsi diametri di almeno 40 mm e di 32 mm negli altri casi.

Le tubazioni di ventilazione non dovranno mai essere utilizzate come tubazioni di scarico dell'acqua di qualsiasi natura, né essere destinate ad altro genere di ventilazione, aspirazione di fumo, esalazioni di odori da ambienti e simili.

Tabella – Diametro interno delle diramazioni di ventilazione secondaria

Apparecchio sanitario	Diametro [mm]
Bidet	35
Lavabo	35
Vasca da bagno	40
Vaso a cacciata	50
Vaso alla turca	50
Lavello	40
Orinatori sospesi	40
Orinatori a stallo	50
Piatto doccia	40
Fontanella	25
Lavapiedi	40
Scatola sifonata	40

Tabella – Diametro della diramazione di ventilazione per apparecchi sanitari [mm]

Gruppo di apparecchi senza vaso		Gruppo di apparecchi con vaso	
Unità di scarico	Diramazione di ventilazione	Unità di scarico	Diramazione di ventilazione
1	35	fino a 17	50
2 a 8	40	18 a 36	60
9 a 18	50	37 a 60	70
19 a 36	60	-	-

Materiali ammessi

Nella realizzazione della rete di ventilazione sono ammesse tubazioni realizzate con i seguenti materiali:

- ghisa catramata centrifugata, con giunti a bicchiere sigillati a caldo con materiale idoneo, o a freddo con opportuno materiale (sono tassativamente vietate le sigillature con materiale cementizio);
- acciaio, trafilato o liscio, con giunti a vite e manicotto o saldati con saldatura autogena o elettrica;

- pvc con pezzi speciali di raccordo con giunto filettato o ad anello dello stesso materiale;
- fibrocemento;
- polipropilene;
- polietilene ad alta densità.

Altri sistemi di ventilazione degli impianti idrosanitari, diversi da quelli progettuali esecutivi, dovranno essere autorizzati dalla direzione dei lavori, aggiornando successivamente il piano di manutenzione dell'opera.

Requisiti minimi delle tubazioni di ventilazione

Il diametro del tubo di ventilazione di ogni singolo apparecchio dovrà essere almeno pari ai tre quarti del diametro della corrispondente colonna di scarico, senza superare i 50 mm. Nel caso in cui una diramazione di ventilazione raccolga la ventilazione singola di più apparecchi sanitari, il suo diametro sarà almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente collettore di scarico, senza superare i 70 mm.

Il diametro della colonna di ventilazione deve essere costante e sarà determinato in base al diametro della colonna di scarico alla quale è abbinato, alla quantità di acqua di scarico e alla lunghezza della colonna di ventilazione stessa. Tale diametro non potrà essere inferiore a quello della diramazione di ventilazione di massimo diametro che in essa si innesta.

Rete di scarico delle acque di rifiuto

Generalità. Classificazioni

Con il nome generico di scarichi si indicano le tubazioni in cui scorrono tutte le acque di rifiuto e le acque piovane. Le tubazioni destinate alla raccolta delle acque di rifiuto e quelle destinate alla raccolta delle acque piovane dovranno essere separate, fino al recapito esterno.

La rete di scarico dovrà corrispondere ai seguenti requisiti:

- allontanare rapidamente le acque di rifiuto, senza che si formino sedimentazioni di materie putrescibili o incrostazioni;
- garantire la perfetta tenuta con materiale di giunzione dotato di proprietà plastiche allo scopo di consentire un conveniente grado di scorrevolezza del giunto in caso di variazioni termiche e di possibili assestamenti strutturali;
- impedire il passaggio di esalazioni dalle tubazioni agli ambienti abitati;
- essere resistente a corrosione per effetto di gas ed acidi corrosivi.

Le tubazioni di scarico vengono distinte in:

- diramazioni di scarico: costituite dai tronchi di tubazione che collegano gli apparecchi sanitari alla colonna;
- colonne di scarico: costituite da tronchi di tubazione verticale;
- collettori di scarico: costituiti da tronchi orizzontali di tubazioni poste alla base delle colonne con la funzione di raccogliere le acque delle colonne e convogliarle alla fognatura urbana.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

L'impianto di cui sopra si intende funzionalmente suddiviso come segue:

- parte destinata al convogliamento delle acque (raccordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte destinata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;
- trattamento delle acque.

Materiali

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali e i componenti indicati nei documenti progettuali e a loro completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale inoltre, quale precisazione ulteriore a cui fare riferimento, la norma UNI 9183.

1) I tubi utilizzabili devono rispondere alle seguenti norme:

- a. tubi di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua: UNI 6363. Il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose. Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme UNI esistenti (polietilene, bitume, ecc.) e comunque non deve essere danneggiato o staccato; in tal caso si dovrà provvedere ad eliminare il tubo;
- b. tubi di ghisa: devono essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine;
- c. tubi di grès: devono rispondere alla norma UNI EN 295 (varie parti);
- d. tubi di fibrocemento: devono rispondere alla norma UNI EN 588-1;
- e. tubi di calcestruzzo non armato per fognature, a sezione interna circolare, senza piede di appoggio, devono rispondere alla norma UNI 9534;
- f. tubi di materiale plastico:
 - i. tubi di pvc per condotte all'interno dei fabbricati;
 - ii. tubi di pvc per condotte interrate;
 - iii. tubi di polietilene ad alta densità (pead) per condotte interrate;
 - iv. tubi di polipropilene (pp);
 - v. tubi di polietilene ad alta densità (pead) per condotte all'interno dei fabbricati.

2) Per gli altri componenti vale quanto segue:

- a. per gli scarichi ed i sifoni di apparecchi sanitari vedere l'articolo sui componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua;
- b. in generale i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:
 - i. minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;
 - ii. impermeabilità all'acqua e ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita degli odori;
 - iii. resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;
 - iv. resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90°C circa;
 - v. opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
 - vi. resistenza alle radiazioni uv, per i componenti esposti alla luce solare;
 - vii. resistenza agli urti accidentali.
- c. in generale i prodotti e i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:
 - i. conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque;
 - ii. stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;
 - iii. sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;
 - iv. minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;

- v. durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati.
- 3) gli accumuli e sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo;
 - 4) le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

Criteri di esecuzione

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali; qualora questi non siano specificati in dettaglio nel progetto o da suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti o ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori. Vale inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma UNI 9183.

Nel suo insieme l'impianto deve essere installato in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia; deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti interventi distruttivi di altri elementi della costruzione; deve permettere l'estensione del sistema, quando previsto, e il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.

Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o simili o dove le eventuali fuoruscite possono provocare inquinamenti; quando ciò è inevitabile devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile vale il D.M. 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrate.

I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc. Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali ed orizzontali), sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali ed i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente, in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.

I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili variazioni di velocità o altri effetti di rallentamento. Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.

Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma UNI 9183. Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoruscita diretta all'esterno:

- possono essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
- possono essere raccordate al disotto del più basso raccordo di scarico;
- devono prevedere connessioni intermedie tra esse e la colonna di scarico almeno ogni 10 connessioni nella colonna di scarico.

I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili e a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.

I punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi. La loro posizione deve essere:

- al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;
- a ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm ed ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;
- a ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla base di ogni colonna.

Le ispezioni devono essere sempre consentiti, gli spazi devono essere accessibili e tali di consentire di operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni. Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm bisogna prevedere pozzetti di ispezione ad ogni cambio di direzione e comunque ogni 40-50 m.

I supporti di tubi e apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate a ogni giunzione: quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm, ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm e ogni 1,00 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente e in quanto a durezza con il materiale costituente il tubo.

Si devono prevedere giunti di dilatazione, per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente e alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente. Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.

Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

Diramazioni di scarico

Le diramazioni di scarico possono essere realizzate in tubi di piombo, ghisa, materiale plastico (pvc o polietilene ad alta densità, pe ad) o acciaio. Le diramazioni devono convogliare le acque di scarico provenienti dagli apparecchi sanitari senza eccessive pressioni o formazione di perturbazione nelle colonne di scarico per effetto dei flussi discendenti.

La portata della diramazione di scarico deve essere maggiore o uguale alla somma delle portate dei singoli apparecchi sanitari collegati dalla diramazione.

Il collegamento delle diramazioni di scarico di piombo con le colonne di scarico di ghisa deve avvenire mediante l'interposizione di anelli di congiunzione (virola) in rame. Nel caso di diramazioni materiali plastici il collegamento alle colonne di scarico può essere eseguito con anello elastico a pressione o mediante incollaggio con speciale mastice, in modo da assicurare la perfetta tenuta idraulica.

Per le diramazioni in tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (pvc-u) nel campo degli scarichi (a bassa ed alta temperatura), sia all'interno della struttura degli edifici (marcati "B") sia nel sottosuolo entro la struttura dell'edificio (marcati "BD"), si applicheranno le disposizioni della norma UNI EN 1329-1.

La pendenza delle diramazioni deve essere maggiore del 2%. Ai tratti orizzontali deve essere assicurato un minimo di pendenza per facilitare il deflusso delle acque reflue.

Tabella - Diametro minimo in mm delle diramazioni di scarico in funzione della pendenza

Diametro minimo	Max numero unità di scarico con pendenza		
	1%	2%	4%
35*	1	1	1
40*	2	3	4
50*	4	5	6
60*	7	10	12
70*	12	15	18
80*	22	28	34
80**	14	16	20
100	80	90	100
125	120	160	200

150	250	300	400
* Senza vasi **Max 2 vasi			

Tabella – Diametro minimo in mm delle diramazioni di scarico interne in funzione delle unità di scarico

Apparecchio sanitario	Diametro minimo	Unità di scarico
Lavabo	35	1-2
Lavello da cucina	40	3
Vaso a cacciata	100	2-4
Vaso ad aspirazione	80	6
Vaso alla turca	100	7-8
Vasca da bagno	40-50	3-4
Doccia	40-50	2-3
Piletta	40	3
Bidet	35	1-2
Orinatori	40	2-4
Lavapiedi	40	2
Vuotatoi	100	8

Colonne di scarico

Le colonne di scarico sono costituite da tubazioni verticali in ghisa, materiale plastico (pvc o polietilene ad alta densità, pe ad), acciaio, acciaio smaltato o in gres.

Il diametro della colonna di scarico deve essere determinato in funzione delle unità di scarico delle diramazioni servite e dall'altezza della colonna; tale diametro deve essere mantenuto costante per tutta l'altezza della colonna. In caso di spostamenti dell'asse della colonna superiori a 45° rispetto alla si rimanda alle disposizioni della UNI 9183, che prevede la suddivisione della colonna in tratti.

Le colonne di scarico devono essere fissate alle strutture portanti mediante collari in acciaio inox o acciaio zincato. Le tubazioni in plastica, per tenere conto delle dilatazioni termiche, vanno fissate con due ancoraggi (del tipo a manicotti scorrevoli) posti sotto il bicchiere.

Tabella – Diametro minimo in mm delle colonne di scarico

Diametro minimo	Max numero unità di scarico		Lunghezza max della colonna [m]
	Per ogni piano	Per tutta la colonna	
40*	3	8	14
50*	5	18	18
60*	8	25	25
70*	20	35	30
80	40	70	50
100	100	350	80
125	200	800	100
150	300	1200	140
* Senza vasi			

Collettori di scarico

I collettori di scarico devono essere collocati in modo da avere la massima pendenza possibile e la minima lunghezza. Gli eventuali cambiamenti di direzione devono avvenire mediante curve ampie con angolo non superiore ai 45°. In prossimità del cambiamento di direzione da verticale ad orizzontale devono usarsi due mezze curve a 45° in modo di formare una curva più ampia possibile.

I collettori di scarico a soffitto devono essere sostenuti da braccialetti apribili, collocati in prossimità di ogni bicchiere ed in generale ogni 2 m di lunghezza di tubazione in ghisa o materiale plastico, per le tubazioni in gres tale distanza deve essere ridotta ad 1 metro. I collari di sostegno a soffitto possono essere del tipo a nastro regolabile o a collare pesante in metallo o in pvc.

I collettori di scarico dovranno essere dotati, prima del loro collegamento con il recapito esterno, di un idoneo dispositivo ispezionabile a chiusura idraulica provvisto di attacco per la ventilazione.

Nei collettori deve essere assicurata una velocità di deflusso non inferiore a 0,6 m/s in modo da evitare la separazione dei materiali solidi da allontanare; l'eventuale velocità massima

di deflusso deve essere compatibile con il materiale componente il collettore in modo da non provocare forme di abrasione della superficie interna dei tubi. La velocità media di deflusso deve essere compresa tra 0,7 e 2,5 m/s.

La direzione dei lavori potrà procedere alla verifica della velocità di deflusso in relazione alla portata e pendenza della tubazione.

Tabella – Diametro minimo in mm in funzione della pendenza per i collettori di scarico

Diametro minimo	Max numero unità di scarico con pendenza		
	2%	3%	4%
35*	30	40	60
80*	80	40	60
100	80	100	150
125	200	250	350
150	500	600	800
200	1500	2000	2500
250	3000	4000	5000
300	5000	6500	8000

* Senza vasi

Tabella – Velocità dell'acqua e massimo numero di unità di scarico in funzione del diametro e della pendenza per i collettori di scarico

Diametro colonna	Velocità [m/s]				Carico US		
	Pendenza [%]				Pendenza [%]		
	0,5	1	2	4	1	2	4
50	0,31	0,44	0,62	0,88	-	21	26
65	0,34	0,49	0,68	0,98	-	24	31
80	0,38	0,54	0,76	1,08	20	27	36
100	0,44	0,62	0,88	1,24	180	216	250
125	0,49	0,69	1,08	1,39	390	480	575
150	0,54	0,76	1,24	1,52	700	840	1000
200	0,62	0,88	1,29	1,75	1600	1920	2300
250	0,69	0,98	1,39	1,96	29900	3500	4200
300	0,75	1,07	1,47	2,06	4600	5600	6700

Tabella –Pendenze minime consigliata per i tratti sub-orizzontali per i collettori di scarico

Tubazione	Pendenza [%]
Gres o piombo	0,5
Ghisa, acciaio, materiale plastico	1
Fibrocemento	1,5
Cemento	2

Tabella - Diametro indicativo delle tubazioni di scarico per apparecchi idrosanitari

Apparecchio idrosanitario	Diametro minimo interno del sifone e dello scarico [mm]
Lavabo	32
Vaso a sedere normale	100
Vaso a sedere ad aspirazione	75
Vaso alla turca	100
Vasca da bagno	50
Bidet	32
Doccia	50
Lavastoviglie, lavatrice	40
Orinatoio sospeso	40
Orinatoio a stallo verticale	50
Orinatoio ad aspirazione	32
Lavello da cucina di appartamento	40
Lavello da cucina di ristorante	75
Lavabo da ristorante	50
Lavabo da laboratorio	40
Vuotatoio	100
Lavapiedi	40
Lavatoio	40
Fontanella d'acqua da bere	32
Chiusino a pavimento	50

Dispositivo a chiusura idraulica

Ogni apparecchio sanitario dovrà essere corredato di un dispositivo a chiusura idraulica, inserito nello scarico, ispezionabile e collegabile alla diramazione di ventilazione.

Pozzetti di ispezioni

Le reti di scarico devono essere dotate di pozzetti di ispezione, le cui dimensioni dipendono dalla quota del piano di posa delle tubazioni, conformemente alle prescrizioni del progetto esecutivo o ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.

Il volume interno del pozzetto deve essere maggiore o uguale al volume dell'interno della colonna di scarico servita.

Tabella – Dimensioni indicative in cm di pozzetti di ispezione

Profondità	Dimensioni interne del pozzetto	Muratura	Chiusino dimensione esterne
< 90	52x52	A 1 testa	64x64
90 – 250	82x82	A 2 teste	84x84
>250	Ø 90	Cls prefabbricato	84x84

Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali

Generalità

I sistemi di scarico delle acque meteoriche possono essere realizzati in:

- canali di gronda: lamiera zincata, rame, pvc, acciaio inossidabile;
- pluviali (tubazioni verticali): lamiera zincata, rame, pvc, acciaio inossidabile, polietilene ad alta densità (pe ad), alluminio, ghisa e acciaio smaltato;
- collettori di scarico (o orizzontali): ghisa, pvc, polietilene ad alta densità (pe ad), cemento e fibrocemento.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

Materiali e criteri di esecuzione

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali e i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto o da suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) tutti i materiali ed i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo), combinate con le azioni dei raggi ir, uv, ecc.;
- b) gli elementi di convogliamento e i canali di gronda, oltre a quanto detto in a), se di metallo devono resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture, se verniciate devono essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti al comma a);
- c) i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate;
- d) per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature impartite dalle pubbliche autorità. Per i dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli vale la norma UNI EN 124.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali esecutivi; qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto o da suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale inoltre, quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento, la norma UNI 9184:

- i pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm; i passaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto ed essere di materiale compatibile con quello del tubo;

- i bocchettoni e i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate deve essere interposto un sifone. Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale;
- per i pluviali e i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.) per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

Canali di gronda

Il bordo esterno dei canali di gronda deve essere leggermente più alto di quello interno per consentire l'arresto dell'acqua piovana di raccolta proveniente dalle falde o dalle converse di convogliamento. La pendenza verso i tubi pluviali deve essere superiore all'1%. I canali di gronda devono essere fissati alla struttura del tetto con zanche sagomate o con tiranti, eventuali altri sistemi devono essere autorizzati dalla direzione dei lavori.

Per l'accettazione dei canali di gronda e relativi accessori di pvc non plastificato, all'esame visivo le superfici interne ed esterne devono presentarsi lisce, pulite e prive di rigature, cavità e altri difetti di superficie. Le estremità dei canali di gronda devono essere tagliate in modo netto e perpendicolare rispetto all'asse longitudinale del profilo.

I canali di gronda devono avere pendenza non inferiore a 0,25%.

Tabella – Dati dimensionali dei lamierini

Spessore [mm]	Peso [kg/dm ³]	Dimensioni	
		Larghezza [mm]	Lunghezza [mm]
4/10	3,20	1.000	2.000
6/10	4,80	1.100	3.000
8/10	6,40	1.300	3.000
10/10	8,00	1.400	3.500
12/10	9,60	1.500	4.000
14/10	11,20	1.500	4.000
16/10	12,80	1.500	4.000
18/10	14,40	1.500	4.000
2	16,00	1.500	5.000
2 ½	20,00	1.600	6.000
3	24,00	1.800	10.000

Tabella Dati dimensionali delle lamiere zincate (lastre piane 1x2)

Spessore [mm]	Peso [kg]
3/10	6,80
4/10	8,00
5/10	9,50
6/10	11,50
8/10	14,00
10/10	17,00
12/10	20,00
15/10	25,00
20/10	34,00

Tabella – Dati dimensionali dei canali di gronda lamiera zincate (peso in kg)

Spessore [mm]	Per bocca di sviluppo [cm]				
	15x25	18x30	19x33	20x25	22x40
4/10	1,00	1,20	1,30	1,40	1,60
5/10	1,20	1,50	1,60	1,70	1,90
6/10	1,40	1,70	1,90	2,00	2,20
8/10	1,70	2,00	2,30	2,50	2,70
10/10	2,20	2,50	2,85	3,10	3,40

Pluviali

I pluviali possono essere sistemati all'interno o all'esterno della muratura perimetrale. Il fissaggio dei pluviali alle strutture deve essere realizzato con cravatte collocate sotto i giunti a bicchiere; inoltre per consentire eventuali dilatazioni non devono risultare troppo strette: a tal fine tra cravatta e tubo deve essere inserito del materiale elastico o della carta ondulata. L'unione dei pluviali deve essere eseguita mediante giunti a bicchiere con l'ausilio di giunti di gomma. L'imboccatura dei pluviali deve essere protetta da griglie metalliche per impedirne l'ostruzione (foglie, stracci, nidi, ecc.).

Il collegamento tra pluviali e canali di gronda deve avvenire mediante bocchettoni di sezione e forma adeguata che si innestano ai pluviali. I pluviali esterni devono essere protetti per un'altezza inferiore a 2 m da terra con elementi in acciaio o ghisa resistenti agli urti. I pluviali incassati devono essere alloggiati in un vano opportunamente impermeabilizzato, che deve essere facilmente ispezionabile per il controllo dei giunti o la sostituzione dei tubi; in tal caso il vano può essere chiuso con tavelline intonacate, facilmente sostituibili.

I pluviali devono avere un diametro non inferiore a 80 mm.

Tabella – Dati dimensionali dei tubi pluviali in lamiera zincata (peso in kg)

Spessore [mm]	Per diametro [mm]						
	80	85	90	95	100	110	120
3,5/10	1,00	1,10	1,15	1,20	1,25	1,35	1,45
4/10	1,15	1,20	1,30	1,35	1,40	1,50	1,60
5/10	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90
6/10	1,65	1,75	1,85	2,00	2,10	2,25	2,40
8/10	2,00	2,15	2,30	2,45	2,50	2,60	2,80
10/10	2,40	2,55	2,80	2,90	3,00	3,15	3,40

Tabella – Diametro dei canali di gronda (considerati in forma semicircolare) e dei pluviali in funzione della superficie del tetto

Superficie del tetto in proiezione orizzontale [m ²]	Diametro minimo del canale di gronda [mm]	Diametro interno minimo del canale del pluviale [mm]
fino a 8	80	40
9 a 25	100	50
26 a 75	100	75
76 a 170	(125)	(90)
171 a 335	150	100
336 a 500	200	125
501 a 1.000	250	150

Collettori di scarico

Il diametro minimo dei collettori di scarico (interrati o sospesi al soffitto del piano cantinato) per il convogliamento delle acque piovane alla fognatura può essere desunto dalla tabella 88.16, in funzione della superficie del tetto. Tali valori sono stati ottenuti applicando la formula di Chèzy-Bazin, in base a un coefficiente di scabrezza = 0,16, intensità di pioggia = 100 mm/h, coefficienti di assorbimento = 1 e canali pieni a metà altezza.

Tabella – Diametro dei collettori di scarico per pluviali

Diametro minimo del collettore [mm]	Pendenza del collettore			
	1%	2%	3%	4%
	Superficie della copertura [mq]			
80	50	75	90	110
100	100	135	170	190
125	180	250	310	350
150	300	410	500	600
200	650	900	1100	1280
250	1100	1650	2000	2340
300	1900	2700	3300	3820

Pozzetto a chiusura idraulica

I pluviali che si allacciano alla rete fognante devono essere dotati di pozzetti a chiusura idraulica o sifoni, entrambi ispezionabili secondo il progetto esecutivo e/o secondo le

indicazioni della direzione dei lavori. I pozzetti possono essere prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato oppure realizzati in opera.

Controlli e aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera

Il direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue:

1. effettuerà le necessarie prove di tenuta;
2. al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'appaltatore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre eventuali prescrizioni concordate.

Il direttore dei lavori raccoglierà inoltre 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 aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

Norme di riferimento

- a) Canali di gronda e relativi accessori di pvc non plastificato
UNI EN 607 - Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato. Definizioni, requisiti e prove.
- b) Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica
UNI EN 612 - Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica. Definizioni, classificazioni e requisiti.
- c) Supporti per canali di gronda
UNI EN 1462 - Supporti per canali di gronda. Requisiti e prove.
- d) Criteri di progettazione, collaudo
UNI 9183 - Edilizia. Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.
UNI 9184 - Edilizia. Sistemi di scarico delle acque meteoriche. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

Pompe

L'installazione delle elettropompe dovrà essere eseguita con notevole cura, per ottenerne il perfetto funzionamento idraulico, meccanico ed elettrico; in particolare si opererà in modo da:

- assicurare il perfetto livellamento orizzontale (o verticale) dell'asse delle pompe sul basamento di appoggio;
- consentire lo smontaggio e il rimontaggio senza manomissioni delle tubazioni di attacco;
- prevenire qualsiasi trasmissione di rumori e vibrazioni agli ambienti, sia mediante interposizione di idoneo materiale smorzante sia mediante adeguata scelta delle caratteristiche del motore elettrico, che dovrà essere comunque del tipo a quattro poli;
- inserire sulla tubazione di mandata valvole di ritegno del tipo ad ogiva silenziosa, od altro eventuale tipo avente uguali o migliori caratteristiche;
- garantire la piena osservanza delle norme CEI, sia per quanto riguarda la messa a terra sia per quanto concerne l'impianto elettrico.

Le pompe dovranno rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI ISO 2548 - Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice di prove d'accettazione. Classe C.

UNI ISO 3555 - Pompe centrifughe, semiassiali ed assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe B.

Prove e verifiche

Generalità

Le verifiche e le prove indicate ai punti che seguono saranno eseguite in corso d'opera dal direttore dei lavori, che ne redigerà regolare verbale in contraddittorio con l'appaltatore.

Le verifiche e le prove dovranno essere eseguite quando le tubazioni sono ancora in vista e cioè prima che si proceda a verniciature, coibentazioni e rivestimenti, chiusura di tracce con malta o altro, cunicoli o cavedi impraticabili, rivestimenti murari, massetti, pavimentazioni, ecc.

Prova di tenuta idraulica delle reti di distribuzione

La prova di tenuta idraulica (UNI 9182) deve essere eseguita prima del montaggio della rubinetteria, chiusura dei vani, cavedi, ecc.; dopo aver chiuso le estremità delle condutture con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso e dopo aver riempito d'acqua il circuito stesso, si sottoporrà a pressione, per almeno 4 ore, la rete o parte di essa a mezzo di una pompa idraulica munita di manometro inserita in un punto qualunque del circuito.

Tutte le tubazioni in prova complete delle valvole e dei rubinetti di intercettazione mantenuti in posizione aperta saranno provate ad una pressione pari ad una 1,5 volte la pressione massima di esercizio dell'impianto ma comunque non inferiore a 6 kg/cm².

La pressione di prova sarà letta su manometro inserito a metà altezza delle colonne montanti. Per pressione massima di esercizio si intende la massima pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare l'erogazione al rubinetto più alto e più lontano con la contemporaneità prevista e con il battente residuo non inferiore a 5 m H₂O.

La prova di tenuta sarà giudicata positiva se l'impianto, mantenuto al valore della pressione stabilita per 24 ore consecutive, non manifesterà perdite e quindi abbassamenti di pressione al di fuori delle tolleranze ammesse.

Prova di portata rete acqua fredda

La prova di portata rete acqua fredda intende accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità fissati nel presente capitolato.

Si seguiranno le seguenti operazioni:

- apertura di un numero di utenze pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;
- le utenze funzionanti (il cui numero totale è fissato già dal comma precedente) saranno distribuite a partire dalle colonne più sfavorite (scelte in rapporto alla distanza ed al numero di apparecchi serviti), in maniera tale che ciascun tronco del collettore orizzontale alimenti il numero di apparecchi previsto dalla contemporaneità stabilita dalle prescrizioni contrattuali.

La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie colonne montanti, sempre nelle condizioni di contemporaneità stabilite dal contratto.

Prova idraulica a caldo

La prova di portata rete acqua calda (UNI 9182) deve essere eseguita con le medesime modalità per la rete acqua fredda, nelle seguenti condizioni di funzionamento:

- messa in funzione dell'impianto di preparazione acqua centralizzato per un tempo non inferiore a 2 ore consecutive;
- temperatura iniziale maggiore di almeno 10°C della temperatura di esercizio.

La prova sarà ritenuta positiva se non si sono verificate eccessive dilatazioni termiche delle tubazioni con conseguenti danneggiamenti alle strutture murarie (intonaci, rivestimenti, ecc.) e naturalmente perdite d'acqua.

Prova di erogazione di acqua calda

La prova di erogazione d'acqua calda (UNI 9182) deve essere eseguita con le medesime modalità nelle seguenti condizioni di funzionamento:

- durata minima 2 ore;
- apertura contemporanea di tutti i rubinetti o bocche di erogazione meno una.

La prova sarà ritenuta positiva se l'acqua calda viene erogata sempre alla stessa temperatura e portata, ammettendo una tolleranza del 10% rispetto alla portata prevista, e non si sono verificate eccessive dilatazioni termiche delle tubazioni con conseguenti danneggiamenti alle strutture murarie (intonaci, rivestimenti, ecc.) e naturalmente perdite d'acqua. Per la temperatura, dopo l'erogazione di 1,5 litri, è ammessa una tolleranza di 1°C.

Prova di circolazione e coibentazione delle rete di distribuzione di acqua calda ad erogazione nulla

La prova ha lo scopo di verificare la funzionalità della rete di distribuzione dell'acqua calda e della coibentazione delle tubazioni; deve essere effettuata in periodo invernale o freddo e si riterrà soddisfacente quando la differenza di temperatura dell'acqua misurata tra il punto di partenza a quello di erogazione più lontano è inferiore o uguale a 2°C.

Prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria

La prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria consiste nel controllo della tenuta dei sifoni degli apparecchi gravanti sulle colonne da provare, quando venga fatto scaricare contemporaneamente un numero di apparecchi pari a quello stabilito dalla contemporaneità.

Verifica del livello del rumore

La verifica del livello del rumore (UNI 9182) deve essere effettuata collocando il microfono ad almeno un 1 metro dalle pareti e a un'altezza di 1,20 m dal pavimento. La prova deve essere effettuata eseguendo almeno 3 prelievi, ruotando il microfono secondo archi di cerchio.

La prova si ritiene positiva se i valori sono compresi nella tabella riportata al punto 23.4 della norma UNI 9182.

Capitolo 6 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Il presente disciplinare tecnico descrive le caratteristiche dei materiali da utilizzare nel presente accordo quadro per la durata massima di 12 mesi, relativo agli interventi di riqualificazione del campo sportivo "P.Vittoria" sito nel comune di Fisciano e dei complessi residenziali del campus universitario di Fisciano (SA) a supporto della "Universiade Estiva Napoli 2019"

In particolare per raggiungere tale obiettivo, dovranno essere installati dei nuovi corpi illuminanti sulle torri faro, a sostituzione di quelli esistenti, con corpi illuminanti di pari peso e pari area esposta al vento, aventi le stesse caratteristiche illuminotecniche di quelli esistenti, garantendo così le prestazioni definite nel progetto illuminotecnico originario.

Per raggiungere tale obiettivo, dovranno essere sostituiti anche tutti i quadri elettrici ai piedi delle torri con altrettanti quadri elettrici aventi caratteristiche elettriche e di protezione conformi alla normativa vigente, oltre a tutti gli impianti elettrici presenti negli spogliatoi a servizio del campo di gioco.

Normativa tecnica

Gli impianti elettrici saranno realizzati in conformità della legge 186 dell'1 marzo 1968, che indica nelle norme emanate dal Comitato Elettrotecnico Italiano i criteri necessari per la realizzazione secondo la buona tecnica.

In particolare occorrerà fare riferimento alle seguenti norme CEI ed UNEL, non escludendo il rispetto di altre pertinenti non citate :

- *CEI 64-8 per gli impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c., fascicoli da 1916 a 1922, dell'ottobre 1992 e successive varianti.*
- *CEI 17-13/1, fascicolo 1433, 1995 (EN 60439): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT). Parte 1: prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS), per tensioni non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. e successive varianti.*
- *CEI 7-4 per conduttori elettrici per connessioni, fasc. 211.*
- *CEI 17-3, fascicolo 1035, contattori destinati alla manovra di circuiti a tensione non superiore a 1000 V in c.a. ed a 1200 V in c.c.*
- *CEI 17-5, fascicolo 1913e, apparecchiature di bassa tensione. Parte 2: interruttori automatici.*
- *CEI 17-11, apparecchiature di bassa tensione. Parte 3: interruttori di manovra, sezionatori,, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili.*
- *CEI 17-12, fascicolo 492, apparecchi ausiliari di comando per tensioni non superiori a 1000 V - Prima parte - Prescrizioni generali.*
- *CEI 17-14, fascicolo 548, apparecchi ausiliari di comando per tensioni non superiori a 1000 V - Seconda Parte - Prescrizioni particolari.*
- *CEI 20-22 II, 20-35, fascicolo 688, 20-371, fascicolo 739, 20-11 e 20-34 cavi isolati in gomma EPR ad alto modulo con guaina esterna PVC speciale di qualità Rz, per tensione nominale 0,6/1 kV, tensione di prova 4 kV c.a., non propaganti l'incendio e la fiamma ed a ridotta emissione di gas corrosivi.*
- *CEI 23-8, fascicolo 335, Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e loro accessori, per installazioni fisse.*

- CEI 23-16, fascicolo S430, CEI 23-16V1, fascicolo S436, CEI 23-16V2, fascicolo S606. Prese a spina di tipi complementari, per installazione fissa e mobile, destinate ad usi domestici e similari.
- CEI 23-22, fascicolo 778. Canalette portacavi in materiale plastico per quadri elettrici.
- CEI 23-48, I ediz. Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte I prescrizioni generali.
- CEI 23-49, fascicolo 2730. Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte II: prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.
- CEI 23-51, fascicolo 2731. Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- UNEL 35023-70 sulle portate dei cavi in regime permanente.
- UNEL 35023-71 sulle cadute di tensione dei cavi.
- UNEL 01433-72 sulle portate di corrente dei piatti di rame.
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) serie composta da:
- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD);
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini serie composta da:
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali;
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio;
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/1990 e s.m.i.;
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparecchi per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- EN 50470-1 ed EN 50470-3 in corso di recepimento nazionale presso CEI;

- *CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);*

Vanno altresì rispettate:

- *Le norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro D.P.R. 547 del 27 aprile 1955, con particolare riferimento al titolo VII.*
- *Le prescrizioni e le raccomandazioni degli organismi preposti ai controlli o comunque determinanti ai fini dell'installazione e dell'esercizio: ISPESL, VVF, ASL, ENEL, ecc.*
- *Le prescrizioni dettate dalla D.M. 37/08, dal relativo decreto di attuazione e successive modificazioni, nonché il Decreto Legislativo 81/08 e s.m.i.*
- *D.Lgs. 493 del 14-8-96, relativo alla segnaletica di sicurezza.*

Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto la realizzazione degli impianti elettrici e di illuminazione presenti nello Stadio Vittoria di Fisciano (SA). Essa si applica a tutte le componenti della divisione ("ELETTRICO") di questo progetto, se non specificato diversamente all'interno delle singole sezioni.

NORMATIVA APPLICABILE

Le pubblicazioni elencate di seguito costituiscono parte integrante delle presenti specifiche per quanto riportato.

Pubblicazioni del Comitato Elettrotecnico Italiano(CEI):

CEI 11-1/206	Norme generali per gli Impianti Elettrici.
CEI 16-2	Identificazioni dei terminali delle apparecchiature
CEI 64-8	Impianti elettrici a tensione nominale inferiore a 1000 V c.a. e 1500 V c.c.

Pubblicazioni dell'International Electrotechnical Commission (IEC):

IEC 364	Electrical installations of buildings
IEC 706	Guide on maintainability of equipment

Pubblicazioni dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione) (UNI):

UNI 621-793/794	Finiture metalliche e trattamento delle superfici.
UNI 5687	Test di corrosione
UNI 5085	Trattamenti chimiche ed elettrochimici delle superfici. Test in atmosfere industriali artificiali.

Pubblicazioni dell'Istituto Superiore per la Prevenzione e Sicurezza sul Lavoro:

DPR 27 Aprile 1955 n. 547	Prevenzione degli Infortuni sul lavoro
L. 46/90	Impianti elettrici

D.Lgs. 626/94 e 242/96 Prevenzione degli infortuni sul lavoro

D.Lgs. 494/96

Norme di sicurezza nei cantieri

SOTTOMISSIONI

Le sottomissioni saranno conformi a quanto prescritto nel presente Capitolato ed alle seguenti prescrizioni aggiuntive. Bisognerà ottenere l'approvazione prima dell'acquisto, dell'installazione o del trasporto di ciascun prodotto al cantiere. Sottomissioni parziali non saranno accettate e saranno restituite senza eseguire alcun esame.

Le sottomissioni includeranno il nome del fabbricante, il marchio di mercato, il luogo di fabbricazione, il modello o numero di catalogo, i dati di targa, le dimensioni, la capacità, specifiche di progetto e riferimenti ai paragrafi tecnici. Le sottomissioni dovranno altresì includere le norme e gli standard applicabili, ed ogni altra informazione necessaria a garantire la conformità ai requisiti contrattuali di ciascun prodotto da fornire.

DATI DI CATALOGO DEL FABBRICANTE

Per ciascun prodotto fabbricato, le sottomissioni conterranno descrizione degli attuali prodotti del fabbricante, disegni delle apparecchiature, diagrammi, curve caratteristiche e prestazioni, e cataloghi. Si riporta, a titolo esemplificativo e non esaustivo, elenco dei materiali e delle apparecchiature per le quali dovranno essere fornite le predette documentazioni:

- Quadri elettrici,
- Dispositivi di protezione (interruttori, fusibili, contattori, ecc.),
- Cavi per distribuzione energia e/o segnalamento
- Passerelle metalliche
- Tubazioni in PVC rigide e flessibili o in PEAD corrugate
- Componentistica per distribuzione elettrica serie civile
- Componentistica per distribuzione elettrica serie industriale
- PLC, relè a microprocessore e sistemi di automazione
- Apparecchi di illuminazione

Modifiche a mano o dattiloscritte o altre modifiche diverse dai dati originali stampati dal fabbricante costituiranno causa per il rigetto della sottomissione. Qualora i dati del fabbricante richiedano informazioni supplementari per chiarezza, tali informazioni saranno sottomesse così come richiesto per i certificati di conformità.

DISEGNI

Oltre alle specifiche contenute nelle clausole del contratto, i disegni costruttivi dovranno essere conformi alle seguenti specifiche:

- I disegni dovranno essere redatti con dimensione minima DIN A3, se non specificato altrimenti.
- I disegni conterranno schemi di cablaggio e dettagli di installazione dei componenti con l'indicazione delle ubicazioni, del layout e degli accorgimenti previsti, dei quadri di controllo, accessori, tubazioni, canalizzazioni ed altre attrezzature o apparecchiature che risultano necessarie per una corretta installazione.
- Gli schemi circuitali permetteranno di identificare i morsetti dei circuiti e mostreranno il cablaggio interno per ciascuna apparecchiatura e la connessione fra apparecchiature diverse.
- I disegni indicheranno la necessità di sufficiente spazio intorno alle apparecchiature per la loro conduzione, manutenzione e sostituzione.

ISTRUZIONI

Qualora le procedure di installazione o parte di esse debbano essere eseguite in conformità con le istruzioni del fabbricante, sarà necessario sottomettere copia di tali istruzioni preliminarmente alla installazione delle apparecchiature stesse.

La loro installazione non dovrà procedere finché le istruzioni del fabbricante non siano state ricevute.

La mancanza delle istruzioni del fabbricante sarà causa del rigetto dell'apparecchiatura o materiale.

CERTIFICATI

Si dovrà sottomettere i certificati del fabbricante relativi a prodotti, materiali, finiture ed apparecchiature così come specificato nelle sezioni tecniche. Non saranno accettati certificati prodotti dal distributore dei prodotti.

Le certificazioni saranno documenti preparati specificatamente per il presente contratto. Non saranno accettate certificazioni prestampate o copie di certificazioni sottomesse in precedenza.

Le certificazioni del fabbricante faranno riferimento ai prodotti, alle apparecchiature o ai materiali ed alle relative pubblicazioni atte a garantirne qualità.

Le certificazioni non conterranno frasi che possano implicare che il prodotto non soddisfa alle specifiche, quali "buono come", "raggiunge lo stesso scopo finale o risultato dei materiali giudicati conformi alle pubblicazioni di riferimento", oppure "eguaglia o supera le prestazioni del materiale specificato". Le certificazioni dovranno semplicemente indicare che il prodotto è conforme ai requisiti stabiliti.

I certificati dovranno essere stampati su carta intestata del fabbricante e firmati da persona autorizzata dal fabbricante a firmare certificati di conformità.

MANUALI OPERATIVI E DI MANUTENZIONE

Dovrà essere fornito un manuale operativo e di manutenzione per ciascuna apparecchiatura per cui sia necessario.

Saranno fornite tre copie del manuale, rilegato in robusti raccoglitori o confezioni di tipologia equivalente, approvata.

Una copia completa sarà consegnata prima dell'inizio delle operazioni di test delle apparecchiature, mentre le altre saranno fornite prima del termine del contratto.

La seguente scritta identificativa sarà posta sulla copertina: “*Manuale di Esercizio e Manutenzione*”, oltre al nome ed alla ubicazione oppure edificio dell'apparecchiatura, il nome dell'appaltatore oppure il numero di contratto. Il manuale dovrà altresì contenere il nome, l'indirizzo ed i numeri di telefono di ciascuno dei subappaltatori e dei rappresentanti locali di ciascuna delle apparecchiature installate.

Il manuale dovrà avere un indice e dovrà essere assemblato coerentemente, con i fogli dell'indice messi prima delle istruzioni dei rispettivi contenuti. Le istruzioni dovranno essere di facile lettura, con i disegni di grande formato inseriti all'interno.

Il manuale dovrà contenere:

- schemi funzionali e di cablaggio con istruzioni che spieghino in dettaglio le modalità operative di ciascuna apparecchiatura;
- sequenza di controllo che spieghi l'avviamento, la conduzione e lo spegnimento; descrizione della funzione dei componenti principali dell'apparecchiatura;
- la procedura per l'avviamento;
- la procedura di esercizio;
- le istruzioni per lo spegnimento;
- istruzioni per l'installazione;
- istruzioni per la manutenzione;
- precauzioni, diagrammi ed illustrazioni di sicurezza;
- procedure di test e dati prestazionali.

L'elenco dei materiali dovrà altresì indicarne la provenienza, le parti di cui si consiglia di avere i ricambi e l'organizzazione di servizi ragionevolmente più conveniente per il luogo. Il manuale dovrà essere completo in ogni particolare relativamente ad apparecchiature, al controllo ed agli accessori.

ASSICURAZIONE DI QUALITÀ

Qualificazioni per i Materiali e le Apparecchiature

Si dovrà fornire materiali ed apparecchiature che siano prodotti serie di fabbricanti specializzati. I prodotti dovranno essere stati in uso, nell'industria e nel commercio, con soddisfacente prestazione da almeno due anni prima dell'apertura della gara di appalto. I due anni fanno riferimento all'applicazione dei prodotti e dei materiali in circostanze e con taglie simili.

Il prodotto dovrà essere stato in commercio con pubblicità, cataloghi o brochure per il periodo dei due anni.

Qualora siano richiesti due o più prodotti della stessa categoria di apparecchiature, tali prodotti dovranno essere dello stesso fabbricante.

Supporto Tecnico

Le apparecchiature tecniche dovranno essere supportate da un'organizzazione di servizi ragionevolmente conveniente alla loro installazione, per garantirne un'assistenza soddisfacente durante il periodo di garanzia, sia in condizioni ordinarie che di emergenza.

OBBLIGHI A CARICO DELL'IMPRESA

All'Impresa sarà fatto obbligo di fornire tutte le documentazioni prescritte delle vigenti Leggi e Decreti. In particolare, oltre a tutta la documentazione tecnica di cui ai paragrafi precedenti, l'Impresa dovrà produrre la Dichiarazione di Conformità degli impianti, realizzati così come prescritto dall'articolo 7 della Legge n.46 del 5.3.1990, compilata seguendo i moduli appositamente predisposti con Decreto del Ministro dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato. Secondo quanto prescritto dalla suddetta Legge, l'Impresa dovrà produrre un progetto delle eventuali variazioni da effettuare in corso d'opera, nonché una relazione concernente i materiali effettivamente scelti per la fornitura, corredata dai relativi data-sheet. Oltre a ciò, l'Impresa dovrà realizzare uno schema unifilare di potenza e di segnale ed un fronte quadro dei dispositivi e delle linee elettriche "*ad build*", con indicazioni delle componenti installate (marca e modello) nonché dei conduttori posati (tipo e lunghezza).

In ultimo, l'impresa dovrà fornire una copia del Certificato di riconoscimento dei Requisiti Tecnico-Professionali, conforme ai modelli approvati con D.M. 11.06.1992, pubblicato sulla G.U. n.142 del 18.06.1992. Una copia di tale Certificato dovrà essere allegata alla Dichiarazione di Conformità.

**Proiettore LED 24000 lm Power supply unit - Symmetrical -
Alluminio ALU**

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Un proiettore che consente di scegliere il numero esatto di lumen necessari per la propria applicazione, progettato sulla base di LED all'avanguardia e ottiche a efficienza estremamente elevata, e che offra un rapporto lux per euro molto elevato nel suo settore e significativi risparmi energetici.

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici
che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

CEI 34-21 (Apparecchi di illuminazione)
CEI 20-22 (Cablaggio)
CEI 70.1 (Grado protezione degli involucri)
UL 94 Grado V2 (Autoestinguenza per corpi plastici)
D.Lgs 626/94 (Sicurezza negli ambienti di lavoro)
UNI 10380

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

1. Numero di sorgenti luminose :120 pcs;
2. Codice famiglia: lampada LED module 24,000 lm;
3. Versione lampada: 4S [4th generation, screw fixation];
4. Colore sorgente luminosa: 740 bianco neutro;
5. Sorgente luminosa sostituibile;
6. Numero di unità elettriche:1 unit Unità elettrica/alimentatore Elettronico;
7. Driver/unità alimentazione/trasformatore PSU [Power supply unit] Driver incluso;
8. Tipo copertura ottica/lenti FG [Vetro piano FG];
9. Ampiezza fascio luminoso dell'apparecchio 108° x 113°;
10. Connessione Unità di connessione 3 poli;

11. Cavo - Classe di protezione IEC;
12. Classe di isolamento I-II
13. Test filo incandescente Temperatura 960 °C, durata 5 s;
14. Marchio di infiammabilità F [For mounting on normally flammable surfaces];
15. Marchio CE CE mark Marchio ENEC ENEC mark;
16. Marchio UL No Periodo di garanzia 5 anni;
17. Optic type outdoor Symmetrical;
18. Emissione luminosa costante No;
19. Riciclabilità del prodotto 80% ;
20. Marchio RoHS: RoHS mark;
21. Marchio RAEE: WEEE mark;
22. LED engine type LED;
23. Dati tecnici di illuminazione;
24. Emissione luminosa verso l'alto 0;
25. Flusso luminoso iniziale a 25 °C 24000 lm

Funzionamento e parte elettrica

1. Tensione in ingresso 220-240 V
2. Frequenza di ingresso Da 50 a 60 Hz
3. Corrente di spunto 53 A
4. Tempo di spunto 300 ms
5. Corrente driver 615 mA
6. Fattore di potenza (Max) 0.98
7. Fattore di potenza (Min) 0.95
8. Fattore di potenza (Nom) 0.9
9. Controlli e regolazione del flusso SI
10. Meccanica e corpo
11. Materiale del corpo Alluminio pressofuso
12. Materiale del riflettore Alluminio
13. Materiale ottico Acrylate
14. Materiale copertura ottica/lenti Vetro
15. Materiale fissaggio Steel
16. Accessorio di montaggio MBW [Staffa montaggio a parete MBW]

17. Forma copertura ottica/lenti Flat Finitura copertura ottica/lenti Trasparente
18. Coppia serraggio 35
19. Lunghezza totale 562 mm
20. Larghezza totale 580 mm
21. Altezza totale 95 mm
22. Effective projected area 0.26 m²
23. Approvazione e applicazione
24. Grado di protezione IP66 [Protetto contro la penetrazione di polvere, protetto contro i getti d'acqua] Codice protezione impatti meccanici IK09 [10 J]
25. Protezione da sovratensione (comune/ differenziale) EN61547 (L-L 6 kV, L-G 8 kV) k
26. Rendimento iniziale (conformità IEC) Flusso luminoso iniziale 21282 lm
27. Tolleranza flusso luminoso +/-7%
28. Efficienza iniziale apparecchio LED 144 lm/W
29. Temp. corr. colore iniziale 4000 K Temp.
30. Indice di resa dei colori ≥ 70
31. Cromaticità iniziale (0.382, 0.380) SDCM
32. Potenza in ingresso iniziale 147 W
33. Tolleranza consumo energetico +/-11%
34. Rendimento nel tempo (conformità IEC)
35. Frequenza di guasto driver a 5000 h 0.5 %
36. Vita utile L80B10 100000 h
37. Mantenimento lumen alla vita utile di 100.000 h, a 25 °C 93
38. Condizioni di applicazione
39. Temperatura ambiente media 25 °C

MODALITA DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni del costruttore, in posizioni tali da garantire la completa accessibilità per manutenzione e/o sostituzione.

Ad evitare impedimenti o influenze con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali.

La posa sarà eseguita direttamente su strutture tipo americana collegate con appositi agganci

quadro BT componibile per distribuzione SECONDARIA

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Carpenteria metallica per quadri elettrici di distribuzione secondaria

Gli scomparti BT da interno, componibili, con segregazione in forma 1, per distribuzione secondaria, saranno del tipo ad armadio per montaggio a parete o a pavimento con accessibilità anteriore.

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici

che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

CEI 17.13/1 – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

Parte 1[^]: apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)

IEC 439-1

IEC 439-3

CEI 70.1 - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)

IEC 529

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

STRUTTURA DEL QUADRO

Tutte le apparecchiature del quadro oggetto della specifica saranno della stessa casa costruttrice, in armonia a tutte le apparecchiature montate nei quadri BT di Cabina. In fase di DL si dovrà fornire la verifica termica del quadro, condotta secondo le normative vigenti.

La struttura del quadro sarà realizzata con montanti funzionali (predisposti per fissaggio pannelli, cerniere porte, ancoraggi per eventuali affiancamenti, ecc...) in profilati di acciaio e pannelli di chiusura (nel caso in cui l'esecuzione non sia di tipo monoblocco). Le parti metalliche costituenti una robusta struttura e le relative pannellature dovranno avere spessore non inferiore a 15/10 di mm.

La struttura sarà chiusa su ogni lato e posteriormente; i pannelli perimetrali saranno fissati a mezzo di serraggi non sporgenti.

La carpenteria nel complesso dovrà essere opportunamente trattata, internamente ed esternamente, contro la corrosione mediante cicli di verniciatura esenti da ossidi di metalli pesanti (doppio trattamento di "wash-primer" allo zinco e successiva verniciatura a spruzzo, in colore grigio (RAL 7030).

Tutte le pannellature dovranno essere bordate e fissate alla struttura con viti a brugola incassate. Quelle costituenti le portine anteriori dovranno muoversi su cerniere non visibili all'esterno; la tenuta dovrà essere affidata a guarnizioni in gomma antinvecchiante e la chiusura a serratura con chiave tipo Yale o ad impronta, incassata quadra o triangolare. Le portine dovranno essere inoltre opportunamente asolate per la fuoriuscita delle leve di comando degli interruttori di potenza installati all'interno della carpenteria; tutte le asole dovranno essere rifinite con idonee cornicette coprifilo.

CARATTERISTICHE TECNICO - FUNZIONALI:

- Tensione nominale di impiego: 400 V + N;
- Tensione di isolamento: 660 V;
- Frequenza nominale: 50 Hz;
- Tensione di prova per 60 sec. - circuiti di potenza: 2.500 V; - circuiti ausiliari: 2.000 V;
- Corrente nominale di c.to c.to: In relazione alle indicazioni di progetto;
- Grado di protezione: In relazione alle indicazioni di progetto IP 3X o IP 4X;
- Eventuale portella Dx/Sx: Trasparente con chiusura a chiave e cristallo temperato UNI 7142;
- Esecuzione: In relazione alle indicazioni di progetto, con o senza vano cavi;
- Rivestimenti meccanici: Classe 1 (uno) di reazione al fuoco;
- Rivestimenti elettrici: Classe 1 (uno) di reazione al fuoco;
- Componenti plastici: Autoestinguenti secondo le norme UL 94 Grado V0, IEC 695.2.1;
- Accessori di trasporto: i quadri con altezze maggiori di 600 mm saranno dotati di appositi golfari di sollevamento a comparsa;
- Temperatura assoluta: -5 °C / +40 °C;
- Valori medi temperatura: 35 °C;
- Umidità relativa: = < 50 % con 40 °C di temperatura ambiente;
- Altitudine s.l.m.: < 2.000 m;
- Possibilità di condensa: modesta;
- Atmosfera: non inquinata.

La carpenteria sarà dimensionata affinché la temperatura di esercizio assicuri una adeguata dissipazione per convezione ed irraggiamento del calore prodotto dalle perdite, in relazione alle condizioni ambientali di installazione, determinate dalle indicazioni di progetto.

Tutti i componenti elettrici di manovra/protezione/misurazione saranno facilmente accessibili dal fronte, mediante pannelli di altezza standard avvitati o incernierati con apertura destrorsa (Dx) o sinistrorsa (Sx).

Questi rappresentano l'unità modulare su cui vengono dimensionati tutti i restanti elementi del quadro (strutture, portelle, pannelli ecc...).

Ciascun pannello frontale, sarà predisposto di adeguata/e asola/e per consentire il passaggio delle apparecchiature.

Il fissaggio degli elementi costituenti la struttura metallica portante, nonché le parti funzionali, avverrà a mezzo di viteria (es. con rondelle autograffianti), cerniere ed altri sistemi di fissaggio, in grado di mantenere la continuità metallica tra le parti.

Dovrà permettere l'ingresso cavi di alimentazione dall'alto e/o dal basso, a mezzo di apposite piastre (sulla testata e sulla base) asportabili.

Qualora il quadro comprenda più sezioni aventi fonti di alimentazione distinte (ad esempio: sezione commerciale / gruppo elettrogeno / gruppo di continuità / illuminazione di sicurezza da soccorritore), dette sezioni saranno segregate tra loro, mediante l'uso di idonee barriere e diaframmi, di modo che sia possibile svolgere operazioni sui conduttori attivi di una sezione, senza disalimentare le altre e senza correre il rischio di venire a contatto con i loro conduttori attivi.

APPARECCHIATURE

Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide (se modulari) o su apposite piastre di base (predisposte di tutte le forature e posizioni di montaggio necessarie all'installazione delle apparecchiature stesse), fissate su specifiche traverse di sostegno.

I componenti dovranno essere facilmente ispezionabili per manutenzione, ampliamento e/o sostituzione. La componentistica relativa a indicazioni/visualizzazioni analogiche/digitali nonché pulsantaria, selettori e commutatori, saranno fissati sui pannelli frontali. In particolare le apparecchiature di misura verranno posizionate nella parte frontale superiore del quadro, onde consentire una rapida ed efficace lettura dei parametri rilevati.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette serigrafate indicanti il circuito/servizio di appartenenza.

Nel quadro verrà installata la configurazione di apparecchiature/sistemi prevista nelle indicazioni di progetto.

La struttura sarà idonea per ospitare le normali tipologie di apparecchiature elettriche quali:

Apparecchiature modulari (Interruttori automatici, interruttori differenziali, interruttori di apparecchi di protezione, apparecchi per comando e funzioni ausiliarie, apparecchi di misura e controllo, ecc...);

Apparecchi per applicazioni industriali (Contattori e relè termici, salvamotori, commutatori a camme, unità di comando e segnalazione, ecc...);

Apparecchiature scatolate.

Tutte le normali operazioni di esercizio dovranno essere eseguibili dall'esterno.

Tutte le parti metalliche del quadro saranno collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla norma CEI 17.13/1).

Il quadro, salvo diverse prescrizioni progettuali, dovrà essere percorso longitudinalmente da una sbarra in rame elettrolitico solidamente imbullonata alla struttura metallica, in posizione facilmente accessibile, per effettuare i collegamenti dei conduttori dell'impianto di messa a terra e delle utenze derivate.

COLLEGAMENTI DI POTENZA

Le sbarre e i conduttori dovranno essere dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito, previsti dalle indicazioniI progettuali.

Le sbarre (dimensionate in conformità alla norma CEI 7-4) dovranno essere in rame elettrolitico, di sezione rettangolare a spigoli arrotondati, e saranno fissate alla struttura a mezzo di appositi supporti isolanti (portabarre) che non generino, in caso di fuoco, fumi tossici. Sia le sbarre che i supporti isolanti saranno disposti in modo tale da permettere modifiche/ampliamenti futuri. L'interasse tra le fasi e la distanza tra i supporti sbarre saranno definiti da prove di laboratorio effettuate dal costruttore stesso.

I collegamenti tra i sistemi sbarre nonché tra sbarre ed apparecchi di manovra e protezione dovranno essere realizzati mediante adeguati connettori/collegamenti prefabbricati standard, forniti dalla casa costruttrice. In ogni caso, saranno preferibilmente adoperati sistemi di cablaggio rapido modulare standardizzati dalla casa costruttrice.

Nel caso di montaggio delle sbarre di piatto, sarà necessario declassare la portata delle stesse di circa il 20 % rispetto alla loro portata nominale.

Dovrà essere previsto il conduttore di protezione, in barra di rame, che dovrà essere dimensionata sulla base delle sollecitazioni dovute alle correnti di guasto (vedi CEI 17-13/1, 7.4.3.1.7).

Ciascuna sbarra sarà contraddistinta con adeguati contrassegni autoadesivi indicante la fase.

Nel caso si adottino conduttori per i collegamenti di potenza, gli stessi dovranno essere in cavo unipolare, con tensione nominale coerente con le restanti parti attive del quadro, del tipo non propagante l'incendio.

Tutti i conduttori dei circuiti di potenza fino a 100 A, ausiliari e di misura dovranno essere numerati alle estremità ed attestarsi ad apposite morsettiere del tipo componibile su guida unificata, munite di numerazione corrispondente agli schemi elettrici di progetto e opportunamente separate con diaframmi isolanti tra le varie utenze. Salvo diversa prescrizione, la sezione minima dovrà essere di 6 mmq. Il supporto isolante dei morsetti dovrà essere in materiale incombustibile e non igroscopico. Il serraggio dei terminali nel morsetto, dovrà essere del tipo antivibrante con lamella di pressione interposta con la vite di serraggio. La colorazione dei morsetti di terra sarà obbligatoriamente giallo/verde.

La circolazione dei cavi di potenza ed ausiliari avverrà all'interno di apposite canaline con coperchio a scatto, o sistemi di distribuzione equivalenti.

Per quanto attiene le colorazioni, dovranno essere obbligatoriamente adoperati il colore giallo/verde per i conduttori di protezione, azzurro per i conduttori di neutro e tre colori distinti per le tre fasi, comunque scelti tra quelli previsti dalle norme.

CIRCUITI AUSILIARI

Tutti i circuiti ausiliari dovranno essere realizzati con conduttori flessibili di tipo N07V-K, a norme CEI 20-20, CEI 20-22 II, CEI 20-37 p.1, con le seguenti sezioni minime:

- Circuiti di comando e segnalazione: 1,5 mmq;
- Circuiti di misura voltmetrica: 1,5 mmq;
- Circuiti di misura amperometrica (con T.A.): 2,5 mmq.

Dovranno essere previste delle canalette di collegamento in materiale termoplastico autoestinguente per la posa dei cablaggi.

Le terminazioni dei conduttori dovranno essere provviste di adatti capicorda, a spina, a forcella e/o ad occhiello, opportunamente isolati.

Ciascun conduttore sarà completo di numerazione, corrispondente con quanto riportato in morsettiera, nonché sullo schema funzionale.

I conduttori appartenenti a circuiti diversi (quali ausiliari in corrente continua, ausiliari in corrente alternata, circuiti di allarme, circuiti di comando, circuiti di segnalazione, ecc...) dovranno essere identificabili differenziando i colori delle guaine stesse, o a mezzo di contrassegni/collarini adesivi o a pressione, brevettati.

SCHEMI E DOTAZIONI STANDARD

Ciascun quadro, sarà corredato di apposita tasca porta-schemi, ove saranno contenuti gli elaborati grafici relativi agli schemi elettrici funzionali e di potenza, rigorosamente aggiornati al come costruito.

Il quadro sarà inoltre completo di:

- n.1 bobina di scorta per ciascun contattore installato;
- n.3 fusibili di scorta per ogni tipo impiegato;
- n.3 lampadine di scorta per ogni tipo impiegato;
- una o più targhe, marcate in modo indelebile e poste in posizione facilmente visibile e leggibile a quadro installato, riportante Nome o marchio di fabbrica del costruttore (colui che ne assume la responsabilità), tipo, stringa di identificazione del quadro in materiale metallico;
- targhe monitori;
- targhette serigrafate imperdibili di identificazione delle relative utenze elettriche;
- golfari di sollevamento.

In un'apposita tasca portadocumenti dovranno essere, inoltre, contenute:

- n.3 copie dello schema dei circuiti di potenza ed ausiliari riportante la numerazione dei conduttori e delle morsettiere, nonché le caratteristiche di tutte le apparecchiature installate, indicandone marca, sigla di identificazione della casa costruttrice, tensione di funzionamento, taratura, ecc.;
- n.3 copie del disegno della vista topografica dell'interno del quadro con gli elementi necessari all'identificazione di tutte le apparecchiature, riferite alle sigle riportate sulle etichette applicate ad esse.

ACCESSORI INSTALLABILI

- Portella trasparente ;
- Pannello frontale nelle diverse tipologie;
- Resistenza anticondensa;
- Griglia di transito per l'aerazione;
- Placca di base e zoccolo.

La fornitura si intende in opera, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

Nella fornitura risultano quindi altresì comprese, oltre le sbarre di distribuzione principale e secondarie, i circuiti ausiliari e le relative cabalette, ed oltre a tutti gli accessori menzionati in precedenza, anche le morsettiere con idonea numerazione e, comunque, ogni accessorio ed accessorio di cablaggio necessario a dare il quadro finito, funzionante e rispondente alla regola dell'arte ed alle esigenze del cliente.

modalità di esecuzione

Installazione in accordo alle istruzioni del Costruttore e alle indicazioni di progetto, in posizione tale da garantire la completa accessibilità delle apparecchiature per lo svolgimento delle normali operazioni di manovra, controllo, manutenzione e sostituzione di apparecchiature danneggiate in seguito ad usura o guasti.

La struttura, una volta assiemata e messa in sito, dovrà essere opportunamente fissata al pavimento, parete e/o al basamento di supporto.

Certificazioni, campionature e prove

Certificazioni relative alle prove di tipo come da norme CEI 17.13/1, rilasciate da Ente qualificato.

QUOTAZIONE

Quotazione a numero, in opera comprensiva di tutti gli accessori di completamento. Comprensiva di tutti gli oneri di fissaggio (morsettiere e sistemi meccanici di ancoraggio) ed attrezzature normali necessarie alla messa in opera, al suo allacciamento, attestazione, connessione e alla successiva messa in funzione.

Interruttori automatici modulari magnetotermici o magnetotermico-differenziali

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Interruttori automatici modulari magnetotermici o magnetotermico-differenziali installati su quadri di distribuzione

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici
che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

- CEI EN 60898 - Interruttori magnetotermici
- CEI EN 61009-1 - Moduli differenziali associabili
- CEI EN 61009-1 - Interruttori magnetotermici differenziali monoblocco
- IEC 947.1/2
- CEI 23.18 V4
- CEI 23.3 IV - Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

- Tensione nominale di impiego U_e : 230/400 V ca
- Tensione nominale di isolamento U_i : 240/415 V ca
- Frequenza nominale f : 50-60 Hz
- Correnti nominali a 30° C I_n : fino a 100 A
- Taratura: fissa
- Temperatura di riferimento: 30 °C
- Manovra: indipendente
- Sezionamento: segnalato dalla posizione della leva di manovra
- Intervento automatico: segnalato dalla posizione della leva di manovra
- Installazione: orizzontale o verticale senza declassamenti delle prestazioni nominali con dispositivo di fissaggio rapido (aggancio bistabile) su profilato EN 50022 mm 35

- Alimentazione: lato linea o lato carico senza declassamenti delle prestazioni nominali
- Gradi di protezione: IP40 interruttore, IP20 morsetti
- Morsetti: serraggio con utensili dotati di parte terminale a taglio o a croce, fasi separate tra loro mediante diaframma isolante
- Ausiliari elettrici installabili: segnalazione posizione contatti; segnalazione intervento su guasto; sganciatore minima tensione istantaneo o ritardato; sganciatore a lancio di corrente
- Accessori meccanici installabili: blocco a lucchetto

PROTEZIONE MAGNETOTERMICA

FATTORI DI POTENZA DEL CIRCUITO DI PROVA IN RELAZIONE AL POTERE DI CORTO CIRCUITO NOMINALE (I_{cn})

Corrente di prova I_{cc} (A)	Campo dei fattori di potenza
$I_{cc} \leq 1.500$	0,93 - 0,98
$1.500 \leq I_{cc} \leq 3.000$	0,85 - 0,90
$3.000 \leq I_{cc} \leq 4.500$	0,75 - 0,80
$4.500 \leq I_{cc} \leq 6.000$	0,65 - 0,70
$6.000 \leq I_{cc} \leq 10.000$	0,45 - 0,50
$10.000 \leq I_{cc} \leq 25.000$	0,20 - 0,25

RAPPORTO TRA IL POTERE DI CORTO CIRCUITO DI SERVIZIO (I_{cs}) E IL POTERE DI CORTO CIRCUITO NOMINALE (I_{cn})- FATTORE "K"

I_{cn} (A)	K
≤ 6.000 A	1
> 6.000 A ; ≤ 10.000 A	0,75 (*)
> 10.000 A	0,75 (**)

(*) Valore minimo di I_{cs} : 6.000 A

(**) Valore minimo di I_{cs} : 7.500 A

CARATTERISTICHE DI INTERVENTO MAGNETOTERMICO:

- curva Z: $I_{nf} = 1.05 \cdot I_n$; $I_f = 1.20 \cdot I_n$; $I_m = 2 - 3 \cdot I_n$
- curva B: $I_{nf} = 1.13 \cdot I_n$; $I_f = 1.45 \cdot I_n$; $I_m = 3 - 5 \cdot I_n$
- curva K: $I_{nf} = 1.05 \cdot I_n$; $I_f = 1.20 \cdot I_n$; $I_m = 8 - 14 \cdot I_n$

- curva C: $I_{nf} = 1.13 \cdot I_n$; $I_f = 1.45 \cdot I_n$; $I_m = 5 - 10 \cdot I_n$
- curva D: $I_{nf} = 1.13 \cdot I_n$; $I_f = 1.45 \cdot I_n$; $I_m = 10 - 20 \cdot I_n$

PROTEZIONE DIFFERENZIALE

- Protezione differenziale istantanea, corrente differenziale nominale I_{dn} : 30,300,500 mA
- Protezione contro gli scatti intempestivi: onda di corrente di prova 8/20 microsecondi
- Sensibilità alla forma d'onda:
- Tipo AC per l'utilizzazione con corrente alternata (circuiti luce e f.m. di uso generale);
- Tipo A per l'utilizzazione con apparecchi di classe 1 con circuiti elettronici che danno origine a correnti pulsanti e/o componenti continue (circuiti f.m. dedicata per i pC, circuiti luce in presenza di componenti – quali starter, reattori, ecc. – che danno luogo a componenti pulsanti e/o continue della corrente).
- Intervento differenziale: segnalato meccanicamente sul frontale
- Pulsante di prova
- Campo di intervento differenziale: 0.5-1 I_{dn} (per correnti alternate) 0.11-1.4 I_{dn} (per correnti pulsanti)

La fornitura si intende in opera, sul quadro, sul centralino o ovunque prevista, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

REQUISITI

Cod.	Requisito	Prestazione
	Potere di interruzione	$I_{cs} \geq p.i.$ riportato sugli schemi elettrici unifilari

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni del costruttore (posizioni di funzionamento, distanze da rispettare ecc.), in posizioni tali da garantire la completa accessibilità per cablaggio, manutenzione e sostituzione.

Installare ad un'altezza non superiore ai due metri dal piano di calpestio a servizio dell'operatore; in particolare gli attuatori dei dispositivi di manovra e interruzione di emergenza devono essere installati ad un'altezza compresa tra 0,8 m e 1,6 m dal piano di calpestio a servizio dell'operatore.

Installare con modalità atte ad evitare mutue influenze (calore, archi, vibrazioni, campi di energia ecc.) con altre apparecchiature, presenti nel servizio ordinario, in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali.

Il coordinamento tra dispositivo di protezione e cavo in partenza dovrà essere garantito in funzione della corrente nominale del dispositivo, ovvero in assenza di regolazione della soglia termica dello stesso. Non sono ammesse verifiche in cui le protezioni siano garantire solo in presenza di determinate tarature dell'interruttore, ma la protezione del cavo dovrà essere garantita per ogni valore di taratura.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marcatura CE

Marchio IMQ

Interruttori non automatici modulari

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Interruttori non automatici modulari installati su quadri di distribuzione secondaria

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici
che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

IEC 947.1/3

CEI 17-11 3° ed. - Apparecchiatura a bassa tensione - Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

- Tensione nominale di impiego U_e : 230/400 V ca
- Tensione nominale di isolamento U_i : 240/415 V ca
- Frequenza nominale f : 50-60 Hz
- Correnti nominali a 30° C I_n : fino a 100 A
- Correnti assegnate ininterrotte a 30 °C $I_u=I_n$
- Temperatura di riferimento: 30 °C
- Potere di chiusura nominale a 415 V c.a I_{cm} : 1,25 I_n
- Corrente di breve durata ammissibile nominale $I_{cw} \geq 12 I_n$
- Manovra: indipendente
- Sezionamento: segnalato dalla posizione della leva di manovra
- Installazione: orizzontale o verticale senza declassamenti delle prestazioni nominali con dispositivo di fissaggio rapido (aggancio bistabile) su profilato EN 50022 mm 35
- Alimentazione: lato linea o lato carico senza declassamenti delle prestazioni nominali
- Gradi di protezione: IP40 esclusi i terminali IP20 morsetti
- Morsetti: serraggio con utensili dotati di parte terminale a taglio o a croce, fasi separate tra loro mediante diaframma isolante
- Accessori meccanici installabili: blocco a lucchetto

La fornitura si intende in opera, sul quadro, sul centralino o ovunque prevista, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni del costruttore (posizioni di funzionamento, distanze da rispettare ecc.), in posizioni tali da garantire la completa accessibilità per cablaggio, manutenzione e sostituzione.

Installare ad un'altezza non superiore ai due metri dal piano di calpestio a servizio dell'operatore; in particolare gli attuatori dei dispositivi di manovra e interruzione di emergenza devono essere installati ad un'altezza compresa tra 0,8 m e 1,6 m dal piano di calpestio a servizio dell'operatore.

Installare con modalità atte ad evitare mutue influenze (calore, archi, vibrazioni, campi di energia ecc.) con altre apparecchiature, presenti nel servizio ordinario, in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marcatura CE

Marchio IMQ

Contattori

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Contattori modulari in categoria AC1 installati su quadri di distribuzione, adatti per comando di circuiti di distribuzione in corrente alternata, il cui fattore di potenza sia almeno uguale a 0,95;

Contattore in categoria AC3 adatto ad avviamento ed arresto di motori in corrente alternata del tipo a gabbia, ove la corrente di inserzione sia pari a 5-7 volte la corrente nominale del motore.

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici
che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

IEC 947.1/4

CEI 17-3

(qualora il costruttore faccia riferimento ad altre norme è necessario che queste ultime siano più restrittive o quantomeno contemplino quelle indicate)

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

I contattori categoria AC1 per il comando di apparecchiature utilizzatrici saranno costruiti in resina, saranno di tipo elettromeccanico con comando a bobina e alimentazione della stessa a 220V.

Dovranno avere da 1 a 4 contatti ausiliari con l'eccitazione e la diseccitazione della bobina di sgancio; avranno un contatto NA e un contatto NC in versione standard. Vi sarà inoltre un tasto di prova per la chiusura manuale del contattore con ritorno a molla.

I morsetti saranno disposti e numerati secondo le norme CENELEC.

Per calibri fino a 125 A i morsetti saranno protetti contro i contatti accidentali.

CARATTERISTICHE ELETTRICHE:

Tensione nominale di impiego Ue: fino a 660 Vca

Tensione nominale di isolamento Ui: 750-1000 Vca

Frequenza nominale f: 50 - 60 Hz

Numero poli di potenza n°: 3/4 (secondo le indicazioni progettuali)

Corrente nominale di Impiego: In [A] Corrente termica: Ith [A] Potere nominale di chiusura: Pc [A]
 Potere nominale di apertura alla tensione di $\leq 440\text{V}$: Pa [A] Durata di vita elettrica in milioni: Ie
 [CICLI]: vedi tabella allegata.

CARATTERISTICHE INDICATIVE CON CATEGORIA DI IMPIEGO IN (AC1)

(In)	(Ith)	(Pc)	(Pa)	(Ie)
25	25	250	250	1,2
40	40	450	450	1,8
60	60	800	800	1,8
80	80	1000	1000	1,9
125	125	1100	1100	1,6

CARATTERISTICHE INDICATIVE CON CATEGORIA DI IMPIEGO IN (AC3)

(In)	(Ith)	(Pc)	(Pa)	(Ie)
6-8	16	120	90	0,5
9-11	25	160	160	2,0
12-15	25	210	210	2,0
16-31	25	210	210	1,7
32-55	50	480	480	1,6
56-75	90	1090	1090	1,4
76-85	125	1200	1200	1,3
86-100	135	1200	1200	1,2
101-125	160	1300	1300	1,1
126-160	240	1500	1500	1,1
161-190	250	1800	1500	1,0
191-220	350	2000	1800	1,0
221-320	350	2650	2650	1,0
321-420	500	4000	4000	0,7
421-470	600	4500	4500	0,7
471-550	700	5000	5000	0,7
551-650	1000	6300	6300	0,7
651-850	1100	8600	6900	0,6
851-1100	1200	10000	8000	0,6
1100-1200	1350	12000	10000	0,6

CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO:

- Temperatura ambiente di funzionamento: $(-50 / +55) \text{C}^\circ$;

- Temperatura ambiente di stoccaggio: (-60 / +80) C°;
- Altitudine massima senza declassamento: 3.000 m.
- Intervento segnalato mediante l'utilizzo dei contatti ausiliari 1 NA + 1 NC.

BLOCCHI AGGIUNTIVI E ACCESSORI INSTALLABILI:

- Blocco contatti aux. istantanei;
- Blocco contatti aux. temporizzati;
- Temporizzatori elettronici;
- Interblocco meccanico;
- Autoritenuta meccanica;
- Relè Termico di protezione.

La fornitura si intende in opera, nel quadro, nel centralino o ovunque previsto, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni del costruttore (posizioni di funzionamento, distanze da rispettare ecc.). In posizione tale da garantire la completa accessibilità per cablaggio, manutenzione e sostituzione ed evitare mutui impedimenti o influenze con altre apparecchiature, presenti nel servizio ordinario, in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marcatura CE

Marchio IMQ

QUOTAZIONE

Il materiale sarà pagato a numero. In opera, comprensivo di tutti gli oneri ed accessori di completamento necessari all'installazione (cablaggio, montaggio ed ancoraggio), in conformità alle attuali normative vigenti e indicazioni di progetto.

Spie luminose

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Accessoristica bt di segnalazione da quadro – gemme luminose per indicazione di presenza tensione e/o indicazione di stato

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici
che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

IEC 947.5.1 - CEI EN 60947.5.1 - Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra;

UL 508 - Prove di isolamento;

IEC 529 - CEI 70.1 - Grado di protezione degli involucri;

MIL 202 B metodo 202 A - Prove di resistenza agli urti.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

- Grado di protezione dell'involucro, sul fronte \geq IP 65;
- Grado di protezione dell'involucro, ai terminali \geq IP 20;
- Custodia modulare realizzata in materiale termoplastico con grado di autoestinguibilità UL 94 V0;
- Resistenza ai raggi UV = $>$ 60 ore;
- Installazione: verticale con dispositivo di fissaggio rapido su profilato EN 50022 mm 35;
- Morsetti: serraggio con utensili dotati di parte terminale a taglio o a croce.

CARATTERISTICHE ELETTRICHE:

- Tensione nominale di impiego U_e : 24/230 V ca;
- Tensione nominale di isolamento U_i : 660 V ca;
- Frequenza nominale f : 50-60 Hz;
- Temperatura di riferimento: 30°C;
- Temperatura di impiego: (-20 / +60) °C.

La fornitura si intende in opera, nel quadro, sul centralino o ovunque previsto, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

In accordo alle istruzioni di montaggio del costruttore.

Installazione da incasso, in posizione verticale, su guida DIN 35 mm. La posa dovrà garantire una perfetta aderenza tra il profilo dell'apparecchiatura e la superficie esterna di appoggio.

In posizione tale da garantire la completa accessibilità per sostituzione e/o ampliamento ed evitare impedimenti o influenze con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali.

Ad opera eseguita, il sistema dovrà garantire il grado di protezione previsto dalle norme vigenti nonchè dalle indicazioni di progetto. Quanto detto per mezzo di tutti i necessari accessori e/o sistemi previsti dal costruttore.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marcatura CE

Marchio IMQ

QUOTAZIONE

Nel caso di elementi con segnalazione luminosa, la quotazione economica unitaria comprenderà anche la fornitura del rispettivo elemento luminoso. Il colore della gemma ed il tipo di lampada saranno desumibili dalle indicazioni di progetto.

Nel caso di gemme luminose per montaggio a pannello, saranno compresi nella quotazione economica, ove previsto, il trasformatore riduttore di tensione con secondario 24 Vca, nonchè ghiera di fissaggio, guarnizioni, e portatarghette, secondo le indicazioni delle tavole di progetto.

Trasformatore di corrente

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Trasformatore di corrente

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici
che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

- CEI 38.1 Trasformatori di corrente
- IEC 185 Trasformatori di corrente
- UL 94 GRADO V0 Autoestinguenza
- CEI 70-1 Grado di protezione degli involucri
- IEC 259 Grado di protezione degli involucri

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

- Trasformatore di misura del tipo a barra passante/primario avvolto, serie standard, custodia in materiale termoplastico autoestinguente, morsettieria sigillabile, isolamento in classe "E" (CEI 15-26 /IEC 85) temperatura massima 120 °C.
- Frequenza 50 Hz;
- Tensione di prova 3kV per 1 minuto alla frequenza di 50 Hz;
- Grado di protezione minimo IP 30;
- Corrente nominale secondaria 5 A e comunque in relazione alle indicazioni progettuali;
- Corrente permanente di riscaldamento pari a 1,2 I_n;
- Corrente termica di corto circuito (I_{th}): tipo a sbarra primaria passante limitata dalla sezione della sbarra, tipo con primario avvolto 60 (I_n);
- Corrente dinamica di corto circuito (I_{dyn}) 2,5 I_{th};
- Classe di precisione: 0,5 (nel caso di misure fiscali), 1 (nel caso di misura interne non ufficiali);
- Fattore di sicurezza ≤ 5 ;
- Siglatura dei morsetti primari P1/P2 (K/L) e secondari s₁/s₂ (k/I);
- Prestazioni commisurate alla corrente primaria del TA e alla classe di precisione richiesta per la misura.

La fornitura si intende in opera, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni del costruttore (posizioni di funzionamento, distanze da rispettare, ecc...).

Installazione in posizione tale da garantire la completa accessibilità per effettuare il cablaggio elettrico, la manutenzione ordinaria, le verifiche, la manutenzione straordinaria, la sostituzione in caso di guasto, ed in posizione tale da evitare influenze e/o mutui riscaldamenti con vicine apparecchiature presenti nel servizio ordinario che possano provocare declassamenti delle prestazioni nominali del TA.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marcatura CE

Strumenti di misura analogici

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Voltmetro analogico,

Amperometro analogico,

Commutatore rotativo voltmetrico,

Commutatore rotativo amperometrico.

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici
che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

- CEI 13.6
- CEI 13.10
- CEI 85-3
- CEI EN 60947-5-1 Commutatori rotativi per comando e misura
- CEI EN 60947-3 Commutatori rotativi per comando e misura
- IEC 51

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

- Tensione di prova: 2 kV per un minuto a 50 Hz;
- Classi di precisione a fondo scala: 1,5;
- Temperatura di funzionamento: -10/+40 °C;
- Grado di protezione della custodia: IP > 50;
- Grado di protezione sui morsetti: IP > 20;
- Involucro realizzato con materiale metallico o materiale isolante autoestinguente e resistente alle vibrazioni e agli urti derivanti dal tipo di applicazione.

TIPOLOGIA DI INSERZIONI

- Misure amperometriche in c.a. : Inserzione sul secondario di un T.A.- 5 A;
- Misure amperometriche in c.c. : Inserzione a mezzo derivatore di corrente;

- Misure voltmetriche in c.a. : Inserzione diretta;
- Misure voltmetriche in c.c. : Inserzione diretta.

La fornitura si intende in opera, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

REQUISITI

Cod.	Requisito	Condizione	Prestazione
	Precisione		$\pm 1,5 \%$

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni del costruttore (posizioni di funzionamento, distanze da rispettare, ecc...).

Installazione da incasso, in posizione verticale, in apposita asola su pannello frontale di una carpenteria o su guida DIN 35 mm nel caso di strumentazione di tipo modulare, da garantire la completa accessibilità per sostituzione e/o ampliamento.

La posa dovrà garantire una perfetta aderenza tra il profilo dell'apparecchiatura e la superficie esterna di appoggio.

Ad evitare impedimenti o influenze con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali.

Ad opera eseguita, il sistema dovrà garantire il grado di protezione previsto dalle norme vigenti e dalle indicazioni di progetto.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marcatura CE

Modalità di conservazione e cura

Fusibile bt

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Fusibili a cartuccia e miniaturizzati,

Sezionatori portafusibili.

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici

che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

- IEC 947/3
- IEC 269-1
- IEC 269-3
- CEI 32-1
- CEI 32-5

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

Il sezionatore portafusibili sarà utilizzato per il sezionamento e la protezione di equipaggiamenti sensibili quali trasformatori ausiliari, sistemi elettronici e di misura, segnalatori luminosi, contro i cortocircuiti.

L'apparecchiatura sarà realizzata in maniera tale da garantire l'apertura del conduttore di fase obbligatoriamente prima dell'apertura del conduttore di neutro. La manovra di ripristino comporterà la richiusura del conduttore di fase dopo il conduttore di neutro.

I fusibili dovranno essere caratterizzati da elevate prestazioni idonee alla protezione delle linee in BT dai sovraccarichi e dai cortocircuiti. Dovranno avere un potere di interruzione di 100 kA a 400 V per tutti i fattori di potenza compresi tra 0,2 e 1. I fusibili dovranno essere dotati di una spia colorata che si stacca dalla sede in caso di fusione, segnalando così l'avvenuto intervento del dispositivo.

CARATTERISTICHE GENERALI

- Sostituzione del fusibile in condizioni di sicurezza;
- Cassetto portafusibili di tipo imperdibile;
- Sezionamento per rotazione del cassetto;

- Indicatore di fusione;
- Grado di protezione dell'involucro \geq IP 20;
- Custodia modulare realizzata in materiale termoplastico con grado di autoestinguitività UL 94 V0;
- Resistenza ai raggi UV \geq 60 ore;
- Pinze di contatto a bassa resistenza di contatto: realizzate in materiale conduttore nobile (es. rame argentato, ecc...);
- Tipo di servizio: ininterrotto;
- Contatti: saranno dimensionati ai valori nominali di corrente;
- Installazione: verticale con dispositivo di fissaggio rapido su profilato EN 50022 mm 35;
- Morsetti: serraggio con utensili dotati di parte terminale a taglio o a croce, fasi separate tra loro mediante diaframma isolante.

CARATTERISTICHE ELETTRICHE:

- Tensione nominale di impiego U_e : 230/400 V ca;
- Tensione nominale di isolamento U_i : 240/415 V ca;
- Frequenza nominale f : 50-60 Hz;
- Correnti nominale a 30° C I_n : fino a 32 A;
- Correnti assegnate ininterrotte a 30 °C $I_u=I_n$;
- Temperatura di riferimento: 30°C;
- Manovra: dipendente;
- Sezionamento: segnalato dalla posizione del cassetto portafusibili.

La fornitura si intende in opera, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

- Installazione in accordo alle istruzioni del costruttore (posizioni di funzionamento, distanze da rispettare, ecc...).
- Installazione su guida DIN 35 mm.

Ad evitare impedimenti o influenze con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali.

Ad opera eseguita, il sistema dovrà garantire il grado di protezione previsto dalle norme vigenti e dalle indicazioni di progetto.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marchio IMQ

QUOTAZIONE

Nel caso di sezionatori portafusibili la fornitura sarà comprensiva anche dei necessari fusibili della tipologia e taglia rispondenti a quanto previsto dalle indicazioni di progetto.

Relè per automazione, allarme, e comando

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Relè per automazione, allarme, e comando

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici

che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

CEI 41-1 (Relè elettrici ON-OFF);
CEI 23-9 (Apparecchi di comando non automatici);
CEI 12-13 (Apparecchi elettronici e loro accessori);
CEI 64-8 (Norma generale per gli impianti elettrici);
CEI 70-1 (Grado di protezione degli involucri);
CEE 73.23 (Bassa tensione);
CEE 86.336 (Compatibilità elettromagnetica);
EN 61812-1.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

Si riportano di seguito le tipologie individuate per la suddivisione delle apparecchiature oggetto della presente specifica tecnica in funzione delle principali applicazioni:

- TIPOLOGIA A e B: Comando dei circuiti di illuminazione e prese;
- TIPOLOGIA C: Allarmistica e logiche di automazione in genere;
- TIPOLOGIA D: Comando diretto di carichi elettrici di modesta entità quali piccoli motori ecc.;
- TIPOLOGIA E: Temporizzazione di funzioni in applicazioni civili/industriali.

CARATTERISTICHE:

TIPOLOGIA A:

- Relè in esecuzione modulare;
- Elettromagnetico o Elettronico, monostabile;

- Elettromeccanico, bistabile con comando ad impulso. Racchiuso in custodia di materiale autoestinguente UL 94, per installazione da quadro passo 17,5 mm, per il montaggio su profilato DIN 46277; terminazioni del cablaggio elettrico con morsetti a vite imperdibile.
- Grado di protezione: IP 20;
- Posizione di installazione: Verticale, in vista su fronte quadro;
- Tensione di alimentazione della bobina di comando: da 8 a 240 Vca, 50/60 Hz e da 12 a 110 Vcc;
- Corrente nominale dei contatti: fino a 16 A;
- Tensione nominale sui contatti: 250 Vca;
- Portata nominale in AC1 4.000 VA - 230 Vca;
- Possibilità di funzionamento per i tipi monostabili con bobina del tipo per servizio continuo; per i tipi bistabili come interruttori unipolari e bipolari, deviatori e commutatori unipolari fino a 4 sequenze.
- Carico massimo di lampade ad incandescenza 2.000 W - 230 Vca;
- Carico massimo di lampade fluorescenti 730 W - 230 Vca.
- Relè per montaggio su zoccolo:
- Elettromeccanico, bistabile per applicazioni civili e/o industriali, con comando ad impulso. Racchiuso in custodia di materiale autoestinguente UL 94; terminazioni del cablaggio elettrico con morsetti a vite imperdibile. Fissaggio con staffa all'interno di quadri e/o cassette, oppure del tipo con fissaggio a spina su zoccolo previsto dal costruttore.
- Grado di protezione: IP 20;
- Posizione di installazione: in conformità alle indicazioni del costruttore;
- Tensione di alimentazione della bobina di comando: da 12 a 240 Vca, 50/60 Hz e da 9 a 48 Vcc;
- Corrente nominale dei contatti: fino a 10 A;
- Tensione nominale sui contatti: 250 Vca;
- Portata nominale in AC1 2.500 VA - 230 Vca;
- Possibilità di funzionamento come interruttori unipolari e bipolari, deviatori e commutatori unipolari fino a 4 sequenze.
- Carico massimo di lampade ad incandescenza 800 W - 230 Vca;
- Carico massimo di lampade fluorescenti 360 W - 230 Vca.

TIPOLOGIA B:

- Relè in esecuzione modulare:

- Elettronico, bistabile con comando ad impulso, racchiuso in custodia di materiale autoestinguente UL 94, per installazione da quadro passo 17,5 mm, per il montaggio su profilato DIN 46277; terminazioni del cablaggio elettrico con morsetti a vite imperdibile.
- Grado di protezione: IP 20;
- Posizione di installazione: Verticale, in vista su fronte quadro;
- Tensione di alimentazione della bobina di comando: da 12 a 240 Vca, 50/60 Hz, 12 a 110 Vcc;
- Corrente nominale dei contatti: fino a 16 A;
- Tensione nominale sui contatti: 400 Vca;
- Portata nominale in AC1 4.000 VA - 230 Vca;
- Possibilità di funzionamento come interruttori unipolari ON-OFF fino a 2 sequenze;
- Azzeramento automatico in caso di interruzione della tensione di alimentazione;
- Segnalazione di linea presente (Led verde) e contatti chiusi (Led rosso);
- Carico massimo di lampade ad incandescenza 2.000 W - 230 Vca;
- Carico massimo di lampade fluorescenti 750 W - 230 Vca.
- Relè per fissaggio con staffa all'interno di quadri e/o cassette, oppure del tipo con a spina su zoccolo previsto dal costruttore,
- di tipo Elettronico, bistabile per applicazioni civili e/o industriali, con comando ad impulso. Racchiuso in custodia di materiale autoestinguente UL 94; terminazioni del cablaggio elettrico con morsetti a vite imperdibile.
- Grado di protezione: IP 20;
- Posizione di installazione: in conformità alle indicazioni del costruttore;
- Tensione di alimentazione della bobina di comando: 230 Vca, 50/60 Hz;
- Corrente nominale dei contatti: fino a 10 A;
- Tensione nominale sui contatti: 230 Vca;
- Portata nominale in AC1 2.300 VA - 230 Vca;
- Possibilità di funzionamento come interruttori unipolari fino a 2 sequenze.
- Carico massimo di lampade ad incandescenza 1.000 W - 230 Vca;
- Carico massimo di lampade fluorescenti 350 W - 230 Vca.

TIPOLOGIA C:

- Relè per montaggio su zoccolo:
- di tipo Elettromagnetico, monostabile. Racchiuso in custodia di materiale autoestinguente UL 94; terminazioni del cablaggio elettrico con morsetti a vite imperdibile. Fissaggio a spina su zoccolo previsto dal costruttore all'interno di quadri e/o cassette con possibilità di montaggio in batteria su profilato DIN a mezzo di apposito adattatore. Possibilità di disinserimento del circuito di comando del relè tramite ponticello di ritenuta c/o sgancio posto sullo zoccolo di connessione.

Uso prevalente quale relè ausiliario per automatismi e/o allarmistica in genere ed interfacciamento con sistemi di controllo programmabili a microprocessore.

- Grado di protezione: IP 40;
- Posizione di installazione: in conformità alle indicazioni del costruttore;
- Tensione di alimentazione della bobina di comando: da 6 a 240 Vca, 50/60 Hz, da 4,5 a 125 Vcc;
- Corrente nominale dei contatti: fino a 10 A;
- Tensione nominale sui contatti: 250 Vca;
- Possibilità di funzionamento fino a 2 scambi.

TIPOLOGIA D:

- Relè di potenza per montaggio su zoccolo;
- di tipo Elettromagnetico, monostabile. Racchiuso in custodia di materiale autoestinguente UL 94; terminazioni del cablaggio elettrico con morsetti a vite imperdibile. Fissaggio a spina su zoccolo previsto dal costruttore all'interno di quadri e/o cassette con possibilità di montaggio in batteria su profilato DIN a mezzo di apposito adattatore. Possibilità di disinserzione del circuito di comando del relè tramite ponticello di ritenuta c/o sgancio posto sullo zoccolo di connessione.
- Grado di protezione: IP 40;
- Posizione di installazione: in conformità alle indicazioni del costruttore;
- Tensione di alimentazione della bobina di comando: da 6 a 400 Vca, 50/60 Hz, da 6 a 125 Vcc;
- Corrente nominale dei contatti: fino a 16 A;
- Tensione nominale sui contatti: 250/400 Vca;
- Possibilità di funzionamento fino a 3 scambi.

TIPOLOGIA E:

- Relè/modulo temporizzatore per montaggio su zoccolo;
- Elettromeccanico o Elettronico. Racchiuso in custodia di materiale autoestinguente UL 94; terminazioni del cablaggio elettrico con morsetti a vite imperdibile. Fissaggio con staffa all'interno di quadri e/o cassette, oppure del tipo con fissaggio a spina su zoccolo previsto dal costruttore.
- Grado di protezione: IP 40;
- Posizione di installazione: in conformità alle indicazioni del costruttore;
- Tensione di alimentazione della bobina di comando: da 12 a 110 Vac/dc, 230 Vac;
- Corrente nominale dei contatti: fino a 10 A;
- Tensione nominale sui contatti: 250 Vca;
- Scala dei tempi: da 0,1 s a 10 ore, con intervalli di intervento coerenti con le applicazioni progettuali.

- Relè temporizzatore in esecuzione modulare,
- Elettronico. Racchiuso in custodia di materiale autoestinguente UL 94, per installazione da quadro passo 17, 5 mm, per il montaggio su profilato DIN 46277; terminazioni del cablaggio elettrico con morsetti a vite imperdibile.
- Grado di protezione: IP 20;
- Posizione di installazione: Verticale, in vista su fronte quadro;
- Tensione di alimentazione della bobina di comando: da 12 a 230 Vca/dc;
- Corrente nominale dei contatti: fino a 16 A;
- Tensione nominale sui contatti: 250 Vca;
- Possibilità di funzionamento come interruttori unipolari ON-OFF fino a 2 sequenze;
- Segnalazione di linea presente (Led verde) e contatti chiusi (Led rosso).
- Scala dei tempi: da 0,1 s a 10 ore, con intervalli di intervento coerenti con le applicazioni progettuali.

Tutti i rele' con bobina di comando alimentate in corrente continua dovranno essere equipaggiate con diodo di protezione.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

L'installazione dovrà essere conforme alle vigenti normative in materia, in accordo con le indicazioni del costruttore e progettuali.

Dovrà essere garantito il normale funzionamento del componente evitando mutue influenze con altri componenti vicini e/o limitare possibili declassamenti delle prestazioni nominali del relè ed in particolare del complesso realizzato.

La posizione di installazione all'interno del contenitore (cassetta, quadro, etc.) dovrà essere tale da garantire la completa accessibilità al componente per poter eseguire con facilità le necessarie operazioni di collegamento, verifica e manutenzione.

Il cablaggio elettrico di comando e di potenza del relè sarà di norma terminato sui morsetti di connessione previsti dal costruttore e/o su quelli dello zoccolo, del tipo ad innesto, necessario al fissaggio meccanico del componente alla struttura di supporto della realizzazione.

I relè dotati di segnalatore di posizione dei contatti elettrici, sia di tipo meccanico che luminoso, dovranno essere montati in modo da poterne rilevare con facilità l'indicazione dello stato di funzionamento. Il fissaggio dei componenti alla struttura di supporto, salvo diverse precisazioni progettuali, potrà essere effettuato su guida DIN, direttamente o tramite adattatori, o con altro sistema previsto dal costruttore; non sono comunque ammessi componenti semplicemente appoggiati su strutture e/o fissati tramite cablaggio elettrico.

I conduttori di cablaggio dei circuiti di comando e distribuzione, salvo eccezioni rilevabili dalle indicazioni di progetto, dovranno essere collegati al componente con l'interposizione di opportuni

terminali a compressione preisolati sia alle morsettiere di dotazione sia su quelle degli zoccoli di connessione ad innesto rapido appositamente realizzate dal costruttore.

Non sono ammesse connessioni elettriche dirette dei conduttori ai terminali del relè tramite saldatura di qualsiasi tipologia. I relè ed i conduttori di cablaggio ad essi asserviti dovranno essere facilmente individuabili tramite l'apposizione di targhette e/o fascette con scritta indelebile del codice alfanumerico di identificazione riportato negli schemi di impianto.

QUOTAZIONE

Il relè sarà pagato a numero, in opera, comprensivo di tutti gli oneri di montaggio e cablaggio elettrico, comprendendo nel prezzo le staffe e gli eventuali adattatori di fissaggio; zoccoli di connessione ad innesto completi di morsettiere di collegamento per la terminazione dei cablaggi elettrici e gli accessori meccanici previsti dal costruttore in conformità ai documenti progettuali. La quotazione economica unitaria si intende comprensiva degli oneri relativi alle eventuali funzioni di indicazioni di stato (posizione contatti, ecc...), temporizzazione e protezione (picchi di corrente, sovratensioni, ecc...) che dovessero rendersi necessari.

In relazione alle circostanze in cui si necessiti di circuiti ausiliari vari, quali quelli previsti nel presente progetto per comando e segnalazioni varie relative a pompe, circuiti di illuminazione, ecc..., la quotazione sarà effettuata a “circuiti ausiliari” secondo quanto riportato negli estimativi del progetto.

Passerelle metalliche in acciaio zincato

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Passerelle metalliche in acciaio zincato per distribuzione di cavi per energia/dati

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici
che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

CEI 64.8 III° ed.

CEI 23-31 – Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi

UNI 5744-66 – Rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

Il sistema di canali in materiale metallico ed accessori, sarà destinato al contenimento di cavi di distribuzione di energia/dati e strutturato in specifica forma e dimensione secondo le diverse tipologie installative ed esigenze operative. Dovrà essere sottoposto ad opportuni trattamenti superficiali quali cicli di zincatura (Sendzimir, Galvanica, per immersione) per garantire l'inattaccabilità della stessa dagli agenti atmosferici normali ed eventualmente corrosivi.

I componenti costituenti il sistema di canalizzazione dovranno riportare in maniera chiaramente leggibile ed indelebile almeno le seguenti indicazioni:

- Nome del costruttore
- Tipologia di canale
- Dimensione
- Marchio IMQ
- Grado di protezione

Il sistema di canalizzazione dovrà garantire la scomponibilità dei coperchi e relativi accessori mediante l'uso di attrezzo, conformemente alle misure di protezione espresse nella norma CEI 64. 8.

Dovrà essere in grado di garantire una adeguata resistenza meccanica, in particolare agli urti e le sollecitazioni derivanti dal tipo di applicazione.

Grado di protezione sull'intera canalizzazione: IP21

I componenti costituenti la canalizzazione dovranno essere realizzati in modo tale da eliminare totalmente le "bave" di tranciatura e garantire la massima sicurezza per i cavi in esso contenuti, nonché per l'operatore in fase di montaggio.

Il sistema dovrà essere completo di giunzioni in grado di ripristinare e garantire nel tempo la continuità elettrica propria della canalizzazione.

La fornitura si intende in opera, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

REQUISITI

Cod.	Requisito	Condizione	Prestazione
	Grado di protezione		\geq IP21
	Coefficiente di stipamento		\leq 0.5
	Minimo raggio di curvatura (per passerelle sistema TLC)		\geq 200 mm

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione a mezzo di appositi tasselli di fissaggio, staffe, o tiranti nelle seguenti possibilità di posa:

- A parete
- A soffitto
- A sospensione
- Sotto pavimento flottante
- Sotto pavimento tradizionale

Nel caso di posa a parete, l'installazione dovrà garantire una perfetta aderenza del canale lungo tutta la superficie di appoggio indipendentemente dalle dimensioni dello stesso.

L'installazione sarà eseguita in accordo alle istruzioni del costruttore per quanto concerne posa, carichi dimensionali e/o statici, sforzo, trazione, torsione, ecc.

Le staffe, fissate con adeguati tasselli, dovranno essere poste secondo gli intervalli previsti dai protocolli di posa in ragione del carico e delle dimensioni e comunque a distanze non superiori ad 1.5 m. Ove possibile, le passerelle dovranno essere tenute discoste dalle pareti su cui sono installate al fine di consentire il più agevole attraversamento di eventuali tubi di protezione dei conduttori.

Nei tratti verticali dovranno essere previste oltre ai coperchi ed al separatore interno, le scalette per la legatura dei cavi.

Le passerelle saranno installate in posizione tale da garantire la completa accessibilità per sostituzione e/o ampliamento dei circuiti presenti, in particolare dovrà garantire la completa ed agevole sfilabilità dei conduttori.

Ad evitare impedimenti o influenze con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali.

Nelle applicazioni a battiscopa è necessario, in conformità alle normative CEI vigenti, che la parte più bassa dedicata al passaggio cavi sia sollevata da terra di almeno 1 cm. Per battiscopa e/o cornice, nel caso di distribuzione dati e/o fonia, sarà necessario prevedere nel divisorio interessato l'utilizzo dell'elemento copriscomparto.

Nel caso in cui la realizzazione preveda l'installazione di due o più circuiti elettrici all'interno della canalizzazione, l'impresa installatrice dovrà garantire la corretta segregazione anche nei cambi di direzione e derivazioni. Tutti gli accessori ed elementi lineari, ad eccezione delle scatole di derivazione, non sono ritenuti idonei al contenimento di giunzioni e/o derivazioni elettriche.

Nel caso di installazione di canalizzazioni metalliche, l'impresa installatrice dovrà ripristinare lo stesso grado di finiture garantite dal costruttore (eliminazione delle bave di tranciatura).

Ad opera eseguita, la conduttura dovrà garantire il grado di protezione previsto dalle indicazioni di progetto nonchè ripristinare (per le canalizzazioni metalliche) la continuità elettrica. Quanto detto per mezzo di tutti i necessari accessori e/o sistemi previsti dal costruttore.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marchio IMQ

QUOTAZIONE

La quotazione sarà al metro lineare, rilevato secondo lo sviluppo lineare della generatrice del canale, compresi gli elementi per cambi di direzione e derivazioni e gli altri pezzi speciali. La quotazione economica unitaria comprenderà l'intera struttura portante ed i relativi accessori di posizionamento/fissaggio nonchè setti separatori necessari. Si intendono esclusi gli oneri dovuti alla fornitura e posa in opera delle scatole portapparecchi, apparecchiature per manovra/protezione/prelievo energia e fonia/dati e placche di finitura. L'opera si intende comunque finita e funzionante secondo quanto previsto dalle norme di accettazione e qualità dei materiali.

Nel caso di canalizzazioni sotto pavimento flottante, la quotazione economica tiene conto anche dei necessari oneri di apertura/richiusura quadrotte.

Qualsiasi grandezza eventualmente non compresa nei valori (B x H) stabiliti nelle quotazioni economiche unitarie, sarà comunque riconducibile ai corrispondenti valori di "sezione" equivalenti.

In opera comprensiva di tutti gli oneri ed accessori necessari alla corretta posa, quali staffe, tiges, mensole, tiranti, sistemi di ancoraggio e sostegno idonei al tipo di muratura, giunzioni, testate di chiusura e accessori funzionali e di completamento.

Tubazioni in PVC rigido

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Tubazioni in PVC rigido serie pesante a bassa emissione di gas, per installazione a vista

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici

che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

EN 50086-2-1 (CEI 23-54) - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche

CEI 23-8 e Varianti

UNEL 37118-72 (Elemento lineare Serie pesante)

IEC 695-2-1

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

Sarà realizzato in materiale termoplastico a base di PVC autoestinguente e in fase realizzativa dovrà permettere la piegatura a freddo.

- Temperatura di funzionamento: -5°C / $+60^{\circ}\text{C}$.
- Resistenza allo schiacciamento:
- Serie pesante ≥ 750 Newton su 5 cm a 20°C .
- Curvatura a freddo (-5°C): Qualsiasi angolazione a mezzo di apposita molla piegatubo in acciaio, senza alcuna variazione del diametro interno del tubo a temperatura ambiente e nel rispetto del raggio di curvatura minimo con modalità di curvatura previsti dall'art. 8 CEI 23-8.
- Resistenza elettrica di isolamento: >100 MOhm in esercizio con 500 V, per 1 minuto.
- Resistenza alla fiamma: Autoestinguente in meno di 30 secondi.

La fornitura si intende in opera, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni del costruttore, alle norme CEI vigenti e normative di accettazione e qualità dei materiali (posa, raggio di curvatura, resistenza allo schiacciamento, ecc.), completa di tutti gli accessori previsti dal costruttore stesso.

Ad evitare impedimenti o influenze con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazioni del materiale.

In modo da garantire la completa ed agevole sfilabilità dei conduttori.

Gli ancoraggi meccanici dovranno essere, in funzione del carico della conduttura, posizionati in numero adeguato e ad intervalli tali da evitare danneggiamenti provocati dal suo stesso peso. Ad evitare la fuoriuscita del tubo dalla/e cassetta/e, sarà necessario prevedere adeguata "ricchezza" all'interno delle derivazioni a seguito della dilatazione termica lineare dello stesso.

Il diametro interno sarà determinato in modo da risultare sempre non inferiore ad 1.4 volte il diametro del cerchio che involupa i conduttori; i tubi non dovranno comunque contenere più di 6 conduttori attivi per sezioni fino a 4 mmq e non più di 4 per sezioni a partire da 6 mmq.

I cambi di direzione saranno realizzati con curve complementari ai vari diametri o con sagomatura a regola d'arte.

I percorsi delle tubazioni saranno sempre assolutamente verticali ed orizzontali, escludendosi qualsiasi percorso obliquo o non rettilineo sia nel caso di installazione incassata che a vista.

Ove mai la posizione degli imbocchi nelle cassette, nelle passerelle e nelle altre apparecchiature elencate nei punti successivi richiedesse l'allontanamento della tubazione dalla parete di posa dell'impianto, ciascun tubo dovrà essere opportunamente sagomato al fine di compensare, mediante una doppia successiva curvatura, il disassamento esistente.

In ogni caso le tubazioni dovranno essere fissate in modo rigido alle cassette di connessione o derivazione, in modo da evitare futuri movimenti reciproci.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marcatura CE

Marchio IMQ

QUOTAZIONE

Il materiale sarà pagato al metro lineare, rilevato secondo lo sviluppo lineare della generatrice della tubazione. In opera comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento (appartenenti allo stesso sistema di tubazione), necessari alla posa in conformità alle attuali normative vigenti e indicazioni di progetto.

Nel prezzo si intendono compresi i raccordi, le giunzioni e tutti i pezzi speciali.

Nel caso di tubazioni rigide sottotraccia in materiale isolante, la quotazione economica unitaria non sarà comprensiva degli oneri relativi ad opere e finiture (tracce, intonaci, tinteggiatura, etc.) che saranno quotate a parte.

Tubazione in PVC flessibile

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Tubazioni in PVC flessibile serie leggera

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici
che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

CEI 23-14 e Varianti

IEC 695-2-1

CEI 23-17 e Varianti

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

- Il materiale sarà realizzato con base in PVC autoestinguente
- Temperatura di funzionamento: -5°C / +60°C.
- Resistenza allo schiacciamento:
- Serie leggera ≥ 350 Newton su 5 cm a 20 °C.
- Curvatura a freddo (-5 °C): raggio di curvatura minimo pari a 3 volte il diametro esterno.
- Resistenza elettrica di isolamento: >100 MOhm con 500 V, per 1 minuto.
- Resistenza alla fiamma: Autoestinguente in meno di 30 secondi.

La fornitura si intende in opera, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni del costruttore, alle normative CEI vigenti e normative di accettazione e qualità del materiale (posa, raggio di curvatura, resistenza allo schiacciamento, ecc.).

Ad evitare impedimenti o influenze con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazioni del materiale.

In modo da garantire la completa ed agevole sfilabilità dei conduttori.

Nel caso di posa sotto traccia a parete, le tratte dovranno essere orizzontali o verticali o parallele ai spigoli delle pareti stesse.

In generale, i percorsi delle tubazioni saranno sempre assolutamente verticali ed orizzontali, escludendosi qualsiasi percorso obliquo o non rettilineo sia nel caso di installazione incassata che a vista. Il diametro interno sarà determinato in modo da risultare sempre non inferiore ad 1.4 volte il diametro del cerchio che inviluppa i conduttori; i tubi non dovranno comunque contenere più di 6 conduttori attivi per sezioni fino a 4 mmq e non più di 4 per sezioni a partire da 6 mmq.

I cambi di direzione saranno realizzati con curve complementari ai vari diametri o con sagomatura a regola d'arte.

Ove mai la posizione degli imbocchi nelle cassette, nelle passerelle e nelle altre apparecchiature elencate nei punti successivi richiedesse l'allontanamento della tubazione dalla parete di posa dell'impianto, ciascun tubo dovrà essere opportunamente sagomato al fine di compensare, mediante una doppia successiva curvatura, il disassamento esistente.

In ogni caso le tubazioni dovranno essere fissate in modo rigido alle cassette di connessione o derivazione, in modo da evitare futuri movimenti reciproci.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marcatura CE

Marchio IMQ

QUOTAZIONE

Il materiale sarà pagato al metro lineare, rilevato secondo lo sviluppo lineare della generatrice della tubazione. In opera comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento (appartenenti allo stesso sistema di tubazione), necessari alla posa in conformità alle attuali normative vigenti e indicazioni di progetto.

Nel caso di tubazioni flessibili sottotraccia in materiale isolante, la quotazione economica unitaria non sarà comprensiva degli oneri relativi ad opere e finiture (tracce, intonaci, tinteggiatura, etc.) che saranno quotate a parte.

Tubazioni corrugate per posa interrata in PEAD

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Cavidotto per distribuzione elettrica interrata, in materiale isolante a doppia parete

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici
che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

CEI EN 50086-1

CEI EN 50086-2-4

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

Tipologia corrugato flessibile

Sarà realizzato in materiale polietilene ad alta densità (PEAD). La costruzione sarà del tipo a doppia parete: una esterna corrugata, destinata a garantire la dovuta resistenza meccanica allo schiacciamento nonché maggiore flessibilità, una interna liscia per permettere un miglior scorrimento dei cavi. La tubazione sarà munita su un'estremità di manicotto di giunzione in materiale isolante per la rapida connessione con un altro cavidotto.

- Temperatura di funzionamento: -5°C / $+60^{\circ}\text{C}$.
- Resistenza allo schiacciamento: ≥ 750 Newton per 10 minuti. Lo schiacciamento residuo non dovrà essere superiore al 10% del Diametro iniziale.
- Resistenza elettrica di isolamento: >100 MOhm in esercizio con 500 V, per 1 minuto.
- Raggio di curvatura: 15 volte il Diametro del tubo.
- Resistenza alla propagazione della fiamma: Autoestinguente in meno di 30 secondi.

La fornitura si intende in opera, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni del costruttore, alle norme vigenti (CEI 11-17) e normative di accettazione e qualità del materiale (raggio di curvatura, resistenza allo schiacciamento, ecc.).

Ad evitare impedimenti o influenze con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazioni del materiale.

In modo da garantire la completa ed agevole sfilabilità dei conduttori.

Il diametro interno sarà determinato in modo da risultare sempre non inferiore ad 1.4 volte il diametro del cerchio che involupa i conduttori.

Posa diretta nello scavo (proporzionalmente alle sollecitazioni previste), senza necessità di ulteriore protezione meccanica, ad eccezione di esplicite indicazioni di progetto inerenti particolari attraversamenti.

Dovrà essere interrato ad almeno 50 cm di profondità su letto di sabbia di adeguato spessore e ricoperto con successivo strato di terra priva di pietre (terra vagliata). Qualora le caratteristiche meccaniche della tubazione e/o la profondità di posa della stessa non dovessero corrispondere a quelle sopra descritte, sarà necessario annegare il cavidotto in calcestruzzo.

Nello spazio tra conduttura e il piano di calpestio, sarà necessario, lungo la direttrice della stessa, prevedere la posa di un apposito nastro di segnalazione.

Nel caso di distribuzione elettrica in MT, la profondità di posa dovrà essere compresa tra 0,8 ed 1,2 m, su letto di sabbia di adeguato spessore e ricoperto con successivo strato di terra priva di pietre (terra vagliata).

Sarà realizzato a mezzo di tutti gli accessori previsti dal sistema. In particolare le giunzioni dovranno essere eseguite interponendo tra gli elementi interessati l'apposito mastice previsto dal costruttore atto a garantire il grado di sicurezza richiesto.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marcatura CE

Marchio IMQ

QUOTAZIONE

Il materiale sarà pagato al metro lineare, rilevato secondo lo sviluppo lineare della generatrice della tubazione. In opera comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento (appartenenti allo stesso sistema di tubazione), necessari alla posa in conformità alle attuali normative vigenti e indicazioni di progetto.

Per i cavidotti interrati, non saranno compresi gli oneri di scavo e segnalazioni di sicurezza, che saranno quotati a parte.

Pozzetto interrato di transito e derivazione in pvc

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Pozzetto carrabile per distribuzione elettrica interrata (cavidotto), in materiale isolante

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici

che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

Conforme ai principi generali di sicurezza , legge 791/77

CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

Il materiale atto al contenimento delle apparecchiature e componenti di giunzione e derivazione delle linee elettriche e di telecomunicazione, sarà realizzato in materiale termoplastico additivato ad alta resistenza e predisposto per accogliere diverse linee interrate in cavidotto (sia di tipo rigido che flessibile).

Il pozzetto sarà corredato di apposite aperture sulle quali sarà possibile avvitare, con interposizione di adeguato collante, i vari raccordi tubo - pozzetto. Le stesse potranno anche essere connesse e adattate a diversi diametri di tubo mediante anelli concentrici pretranciati.

Sarà corredato di un chiusino in materiale plastico realizzato con profilo a trave rovesciata per conferire maggiore robustezza meccanica (carrabile), asportabile esclusivamente con apposito attrezzo, ed opportunamente fissato al corpo con viti non ossidabili con interposizione di apposita guarnizione atta a garantire la tenuta ad infiltrazioni di liquidi.

- Temperatura di funzionamento: -20°C / +80°C.
- Resistenza al carico : $\geq 10 \text{ kg/cm}^2$
- Resistenza elettrica di isolamento: $>100 \text{ MOhm}$ in esercizio con 500 V, per 1 minuto.
- Resistenza alla propagazione della fiamma: Autoestinguente.
- Grado di protezione: IP66.

La fornitura si intende in opera, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni del costruttore, alle normative vigenti (CEI 11-17) e normative di accettazione e qualità del materiale (Resistenza al carico, ecc.).

Ad evitare impedimenti o influenze con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazioni del materiale.

Nell'impiantistica di terra sarà utilizzata la tipologia "senza fondo", in grado di permettere la semplice installazione dei dispersori. Lo stesso sarà anche utilizzato come prolunga con altri pozzetti aventi le stesse dimensioni, nel caso in cui necessiti maggiore capacità di contenimento o l'inserimento di cavidotti a quote differenziate. La sovrapposizione verticale, con interposizione di adeguata guarnizione di tenuta, avverrà per mezzo di apposite asole previste dal costruttore che andranno ad inserirsi in maniera univoca nelle cornici di fissaggio dei coperchi.

Ancoraggio del pozzetto nel terreno mediante una platea di 10/15 cm di calcestruzzo per l'appoggio della parte inferiore dello stesso ed opportunamente affogato in cemento e terra.

Realizzata a mezzo di tutti gli accessori previsti dal costruttore. In particolare i raccordi tubo - pozzetto dovranno essere eseguiti interponendo tra gli elementi interessati l'apposito mastice atto a garantire il grado di sicurezza richiesto.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marcatura CE

QUOTAZIONE

Il materiale sarà pagato a numero. In opera comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento appartenenti allo stesso sistema di cavidotto, necessari alla posa in conformità alle attuali normative vigenti e indicazioni di progetto. Nella quotazione economica unitaria non sono compresi oneri di scavo, che verranno quotati a parte.

Cassette di derivazione in esecuzione sporgente

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Cassette di derivazione per esterno o in esecuzione sporgente

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici

che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

CEI C431 - Prescrizioni generali per gli involucri di apparecchi su installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari

UL 94 - V0 - Grado di autoestinguenza

IEC 695-2-1 - Prove relative al rischio d'incendio

CEI 70-1 - Grado di protezione degli involucri

CEI EN 60439-1 - Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

Sarà completamente realizzata in materiale termoplastico autoestinguente (corpo e coperchio) a base di PVC.

- Temperatura di impiego: da -20°C / + 60°C;
- Resistenza meccanica agli urti: almeno 6 Joule;
- Alta resistenza agli agenti atmosferici e chimici;

Il coperchio sarà fissato al corpo mediante viti inossidabili ed imperdibili ad un successivo smontaggio.

Il fondo della cassetta, nel caso di contenimento di componentistica elettrica e/o elettronica (morsettiere, barrette equipotenziali, ecc...), sarà predisposto di apposite sedi necessarie al fissaggio.

La posa sarà fissa all'esterno e/o all'interno anche in ambienti a maggior rischio d'incendio (CEI 64-8/7) e negli impianti AD-FT secondo le norme CEI 64-2 IV ed.

La tipologia dei coperchi (opachi, scuri, grigi, ecc...) sarà a scelta della committente.

Le dimensioni saranno determinate in base al numero di tubi da imboccare ed al numero di giunzioni da contenere, al fine di assicurare interventi agevoli e lo smaltimento del calore.

La fornitura si intende in opera, comprensiva di coperchio fissato con viti e bocchettoni pressatubo, di componentistica elettrica e/o elettronica (morsettiere, barrette equipotenziali, ecc..), nonché di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni di montaggio del costruttore.

Fissata a parete tramite tasselli in nylon con viti.

La posa dovrà garantire una perfetta aderenza tra il profilo della scatola/cassetta e la superficie esterna di appoggio.

In posizione tale da garantire la completa accessibilità per sostituzione/manutenzione e/o ampliamento dei circuiti presenti.

I circuiti elettrici in ingresso/uscita, saranno attestati con tubi/minicanali protettivi in materiale isolante.

La connessione tubo - scatola dovrà mantenere il grado di protezione nominale della stessa, a mezzo di appositi accessori previsti dal costruttore quali raccordi o pressacavi.

Le giunzioni dei conduttori per la realizzazione di derivazioni o per l'alimentazione di singole apparecchiature, saranno realizzate con morsetti di dimensioni corrispondenti a quelle delle sezioni dei conduttori da serrare, del tipo a mantello, o, se non trattasi di cassette d'attesa, del tipo sciolto con cappuccio isolante. Tutte le giunzioni saranno contrassegnate con colori distintivi eguali a quelli dei cavi per la chiara individuazione dei circuiti.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marcatura CE

Marchio IMQ

Cavidotto in PVC per canalizzazioni interrate

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Cavidotto rigido in PVC per canalizzazioni interrate

Cavidotto flessibile corrugato

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici

che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

CEI 23-29 per cavidotto rigido

NF C 68-171 per cavidotto flessibile

NF USE-623-25 per cavidotto flessibile

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

La tubazione per cavidotto rigido sarà realizzato in materiale termoplastico di colore nero a base di PVC autoestinguente, corredato di una striscia elicoidale di identificazione, di colore giallo. Il tubo ed i relativi accessori, saranno caratterizzati da una bicchieratura realizzata su un'estremità, al fine di garantire un elevato grado di protezione delle giunzioni.

Temperatura di funzionamento: -5°C / $+60^{\circ}\text{C}$.

Resistenza allo schiacciamento:

Serie media ≥ 750 Newton su 5cm a 20°C .

Serie pesante ≥ 1250 Newton su 5 cm a 20°C .

Resistenza elettrica di isolamento: >100 MOhm in esercizio con 500 V, per 1 minuto.

Resistenza alla propagazione della fiamma: Autoestinguente in meno di 30 secondi.

La tubazione per cavidotto flessibile sarà realizzato in materiale termoplastico autoestinguente. La costruzione sarà del tipo a doppia parete: una esterna corrugata, destinata a garantire la dovuta resistenza meccanica allo schiacciamento nonché maggiore flessibilità, una interna liscia per permettere un miglior scorrimento dei cavi. La tubazione sarà munita su un'estremità di manicotto di giunzione in materiale isolante per la rapida connessione con un'altro cavidotto.

Temperatura di funzionamento: -5°C / $+60^{\circ}\text{C}$.

Resistenza allo schiacciamento: ≥ 750 Newton per 10 minuti. Lo schiacciamento residuo non dovrà essere superiore al 10% del Diametro iniziale.

Resistenza elettrica di isolamento: >100 MOhm in esercizio con 500 V, per 1 minuto.

Raggio di curvatura: 15 volte il Diametro del tubo.

Resistenza alla propagazione della fiamma: Autoestinguente in meno di 30 secondi.

La fornitura si intende in opera, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

In accordo alle istruzioni del costruttore, alle norme vigenti (CEI 11-17) e normative di accettazione e qualità del materiale (raggio di curvatura, resistenza allo schiacciamento, ecc.).

Ad evitare impedimenti o influenze con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazioni del materiale.

In modo da garantire la completa ed agevole sfilabilità dei cavi.

Riempimento della tubazione con coefficiente di stipamento pari a 0,5 in previsione di futuri ampliamenti.

Posa diretta nello scavo (proporzionalmente alle sollecitazioni previste), senza necessità di ulteriore protezione meccanica, ad eccezione di esplicite indicazioni di progetto inerenti particolari attraversamenti. Dovrà essere interrato ad almeno 50 cm di profondità su letto di sabbia di adeguato spessore e ricoperto con successivo strato di terra priva di pietre (terra vagliata). Qualora le caratteristiche meccaniche della tubazione e/o la profondità di posa della stessa non dovessero corrispondere a quelle sopra descritte, sarà necessario annegare il cavidotto in calcestruzzo. Nello spazio tra condotta e il piano di calpestio, sarà necessario, lungo la direttrice della stessa, prevedere la posa di un apposito nastro di segnalazione.

Per distribuzione elettrica in MT, la profondità di posa dovrà essere compresa tra 0,8 ed 1,2 m, su letto di sabbia di adeguato spessore e ricoperto con successivo strato di terra priva di pietre (terra vagliata).

Nello spazio tra condotta e il piano di calpestio, ad una profondità di 30 cm sarà necessario prevedere lungo la direttrice della stessa, la posa di una fune di acciaio zincato con sezione almeno 95 mmq. Alla quota di + 15 cm (di terra vagliata) rispetto la fune, verrà posato un apposito nastro indicatore.

Le giunzioni dovranno essere eseguite interponendo tra gli elementi interessati l'apposito mastice previsto dal costruttore atto a garantire il grado di sicurezza richiesto.

QUOTAZIONE

Il materiale sarà pagato al metro lineare, rilevato secondo lo sviluppo lineare della generatrice della tubazione. In opera comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento (appartenenti allo stesso

sistema di tubazione), necessari alla posa in conformità alle attuali normative vigenti e indicazioni di progetto.

Non saranno compresi gli oneri di scavo e segnalazioni di sicurezza, che verranno desunti dalle indicazioni tecnico-economiche del prezzo.

Cavi isolati in EPR sotto guaina di PVC tipo FG16(O)R16 e FG16(O)M16

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Cavo BT per distribuzione di energia e/o segnalamento - comando, con isolamento G16

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici
che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

CEI 20-11 - caratteristiche tecniche e prove delle mescole isolanti e guaine

CEI 20-22 II - non propagazione all'incendio

CEI 20-34 - metodi di prova dei materiali isolanti e guaine

CEI 20-35 II - non propagazione della fiamma

CEI 20-37 I - contenuta emissione di gas corrosivi in caso d'incendio

CEI - UNEL 35011 - sigle di designazione dei cavi

CEI - UNEL 35375 - caratteristiche meccaniche e portate di corrente

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

- Cavi isolati in HEPR (Hard Ethylene Propylene Rubber) qualità "G16", adatti per tensioni di impiego nominali 0,6/1 kV,
- Tensioni di prova 4 kV in c.a.,
- Tensioni massima U_m 1.2 kV,
- Temperatura di esercizio max. 90 °C,
- Temperatura di c.to c.to max. 250 °C per sezioni sino a 240 mmq e 220 °C per sezioni superiori a 240 mmq.
- Sezioni nominali comprese tra 1,5 mmq e 400 mmq in relazione alla conformazione del cavo.
- I conduttori saranno del tipo a corda rotonda flessibile, in rame rosso ricotto (per il tipo flessibile) e in rame rosso ricotto stagnato (per il tipo Rigido), isolati in gomma HEPR ad alto modulo e guaina esterna in PVC speciale di qualità Rz, di colore grigio chiaro.
- Le colorazioni delle anime dei cavi saranno le seguenti: nero, marrone, blu chiaro, giallo/verde

- Cavi previsti per posa fissa sia all'interno che all'esterno, in aria libera, su passerelle/canali, in tubazioni in vista o interrate, in cunicolo o direttamente interrati.
- Temperatura minima di installazione 0°C,
- Raggio minimo di curvatura 4 volte il diametro esterno max per cavi di energia di tipo flessibile e 6 volte per cavi di tipo rigido e segnalamento di tipo flessibile.
- Sforzo massimo di tiro 50 N per mmq di sezione del conduttore di rame.

La fornitura si intende in opera, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni del costruttore (tensione di impiego, posa, raggio di curvatura, sforzo di trazione, ecc.).

In posizioni tali da garantire la completa accessibilità per manutenzione e sostituzione.

Ad evitare mutue influenze (calore, vibrazioni, campi di energia ecc.) con altre apparecchiature, presenti nel servizio ordinario, in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali in misura maggiore a quanto previsto in fase progettuale.

Con opportune fascette di ancoraggio ed opportune fascette di identificazione di quadro e morsettiera di origine.

Con opportune terminazioni e/o capicorda per un grado di protezione > IP20.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marchio IMQ

Cavi isolati in PVC tipo N07V-K

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Cavo BT per distribuzione di energia N07V-K

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici
che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

CEI 20.20 – Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V

UNEL 35752

CEI 20.35 – Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco

CEI 20.22 II – Prove di incendio su cavi elettrici

CEI 20.37 p.1 – Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici e dei materiali dei cavi

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

- Temperatura massima di esercizio 70°C.
- Posa fissa entro tubazioni PVC o canali portacavi PVC; raggio minimo di curvatura $\geq 6D$ (con D =diametro esterno del cavo)
- non propagazione della fiamma a norma CEI 20.35
- non propagazione dell'incendio a norma CEI 20.22 II
- ridotta emissione di gas corrosivi a norma CEI 20.37 parte prima.

La fornitura si intende in opera, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni del costruttore (tensione di impiego, posa, raggio di curvatura, sforzo di trazione, ecc.).

In posizioni tali da garantire la completa accessibilità per manutenzione e sostituzione.

Ad evitare mutue influenze (calore, vibrazioni, campi di energia ecc.) con altre apparecchiature, presenti nel servizio ordinario, in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali in misura maggiore a quanto previsto in fase progettuale.

Con opportune fascette di ancoraggio ed opportune fascette di identificazione di quadro e morsettiera di origine.

Con opportune terminazioni e/o capicorda per un grado di protezione > IP20.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marchio IMQ

Cavi BT per distribuzione di energia e/o segnalamento - comando resistenti al fuoco

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Cavi BT per distribuzione di energia e/o segnalamento - comando resistenti al fuoco a norma CEI 20.36

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici
che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

CEI 20.38

CEI 20.22 II

CEI 20.35

CEI 20.36

CEI 20.37 p.1-2-3

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

- Temperatura massima di esercizio: 85°C
- Posa fissa entro tubazioni o canali portacavi PVC o canali metallici; raggio minimo di curvatura $\geq 6D$ (con D = diametro esterno del cavo)
- non propagazione della fiamma a norma CEI 20.35
- non propagazione dell'incendio a norma CEI 20.22 II
- resistenza al fuoco a norma CEI 20.36
- assenza di emissione di gas corrosivi a norma CEI 20.37 parte prima
- ridottissima emissione di gas tossici a norma CEI 20.37 parte seconda
- ridottissima emissione di fumi opachi a norma CEI 20.37 parte 3.

La fornitura si intende in opera, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni del costruttore (tensione di impiego, posa, raggio di curvatura, sforzo di trazione, ecc.).

In posizioni tali da garantire la completa accessibilità per manutenzione e sostituzione.

Ad evitare mutue influenze (calore, vibrazioni, campi di energia ecc.) con altre apparecchiature, presenti nel servizio ordinario, in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali in misura maggiore a quanto previsto in fase progettuale.

Con opportune fascette di ancoraggio ed opportune fascette di identificazione di quadro e morsettiera di origine.

Con opportune terminazioni e/o capicorda per un grado di protezione > IP20.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marchio IMQ

Cavi MT per distribuzione di energia con isolamento G7

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Cavi MT per distribuzione di energia con isolamento G7

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici

che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

CEI 20-13 – cavi isolati con gomma butilica con grado di isolamento superiore a 3 (per sistemi elettrici con tensione nominale da 1 a 20 kV)

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

Cavi isolati in HEPR (Hard Ethylene Propylene Rubber) qualità "G7" per tensioni di impiego nominali comprese tra 3 e 45 kV, adatti per posa fissa, conduttori in rame muniti di schermo, armatura di protezione meccanica, nelle configurazioni unipolari schermati - tripolari schermati - tripolari schermati e armati.

Conduttori a corda rotonda compatta in rame stagnato, secondo le indicazioni rilevabili dagli elaborati di progetto, e rispondenti alla norma CEI 20-29, classe 2 .

L'isolante principale sarà costituito da gomma sintetica a base di "HEPR" rispondente alle norme CEI 20-11, qualità "G7".

Gli spessori isolanti dovranno essere rispondenti alle norme CEI 20-13, ed 1992; i cavi aventi tensioni di esercizio U_0/U superiori a 3,6/6 kV dovranno essere muniti di strati estrusi di materiale elastomerico semiconduttore tra conduttore e isolante e tra isolante e schermo metallico.

Lo schermo metallico sarà in rame non stagnato, costituito da fili oppure da nastri elicati, posto su ciascuna anima.

Per i cavi tripolari con tensione U_0/U non superiore a 3,6/6 kV l'armatura in piattina potrà svolgere anche la funzione di schermo; nei cavi tripolari lo schermo su ogni singola anima sarà del tipo a nastri.

L'armatura, avente funzione di protezione meccanica, potrà essere costituita da piattine di ferro zincato e/o fili di acciaio zincato posti sotto la guaina protettiva esterna ed avvolti ad elica. La guaina esterna sarà realizzata con mescola isolante a base di PVC rispondente alle norme CEI 20-1, qualità RZ.

Posa fissa in aria su canali metallici e/o in resina di tipo chiuso o asolato, entro tubazioni metalliche o isolanti, entro cunicoli chiusi o ventilati fissati su appositi appoggi, e se di tipo armato direttamente interrati all'esterno dei fabbricati.

I cavi previsti per posa all'interno degli ambienti dovranno essere del tipo non propagante l'incendio e a ridottissima emissione di fumi, sostanze tossiche e corrosive secondo norme CEI 20-22 II e CEI 20-37 I.

I cavi previsti per la posa in cunicolo, in cavedi compartimentati, o comunque all'esterno di fabbricati, anche se interrati dovranno essere di tipo non propagante la fiamma, e a ridotta emissione di sostanze corrosive secondo norme CEI 20-22 II e CEI 20-37 I.

CARATTERISTICHE D'IMPIEGO

- Tensione nominale d'isolamento tra conduttore isolato e terra (U_0) tra 1,8 e 36 kV;
- Tensione nominale d'isolamento tra conduttori (U) tra 3 e 45 kV;
- Tensione massima di utilizzo del cavo (U_m) tra 3,6 e 52 kV;

Portata di corrente secondo CEI 20-21 e successive modifiche introdotte con la pubblicazione IEC 287 con i seguenti parametri:

- temperatura massima del conduttore : 90 °C;
- temperatura ambiente per posa in aria : 30 °C;
- temperatura ambiente di posa in terra : 20 °C;
- con profondità di posa compresa tra 0,8 e 1,2 m;
- schermi metallici collegati tra loro e messi a terra ad entrambe le estremità.

La fornitura si intende in opera, comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento previsti dal costruttore o necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti, alla regola dell'arte ed alle indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni del costruttore (tensione di impiego, portata, posa, raggio di curvatura, sforzo di trazione, ecc.)

Nella posa interrata ad una profondità minima di:

- 0,8 m per $U_n = 3-10$ kV
- 1,0 m per $U_n = 15$ kV
- 1,2 m per $U_n = 20$ kV
- 1,5 m per $U_n = 30$ kV
- 1,8 m per $U_n = 45-60$ kV

In posizioni tali da garantire la completa accessibilità per manutenzione e sostituzione.

Ad evitare mutue influenze (calore, vibrazioni, campi di energia ecc.) con altre apparecchiature, presenti nel servizio ordinario, in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali in misura maggiore a quanto previsto in fase progettuale.

L'installazione prevedrà inoltre:

- collari e fascette di ancoraggio;
- fascette di identificazione fasi per i cavi unipolari;
- fascette di identificazione di quadro e scomparto di origine;
- terminazioni e giunzioni di tipo termorestringente a Norme CEI 20.24 fascicolo 550.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marchio IMQ

COMPONENTISTICA per l'utilizzazione dell'ENERGIA

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Apparecchiature per l'utilizzazione di energia, ad uso industriale

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici

che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

CEI 64-8 (Norma impianti)

CEI 50-11 (Autoestinguenza)

EN 60309-1 (Prese industriali)

EN 60309-2 (Prese industriali)

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

Le apparecchiature saranno realizzate in materiale isolante termoplastico autoestinguente atto a garantire, nel tempo, le caratteristiche meccaniche nominali. I colori delle prese (ad eccezione della tipologia UNEL e Standard italiana) saranno relazionati alla tensione nominale di esercizio come indicato dalle CEE 17.

Nel caso di prese fisse con interruttori di blocco gli spigoli degli involucri esterni dovranno essere opportunamente arrotondati, in conformità alle disposizioni europee antinfortunistiche. Tali prese dovranno inoltre garantire l'impedimento all'inserzione e disinserzione della spina in presenza di tensione; in particolare il dispositivo di interblocco permetterà l'alimentazione dell'apparecchio utilizzatore solo quando sarà avvenuto il perfetto contatto elettrico e meccanico tra alveoli e spinotti, al fine di evitare surriscaldamenti (dovuti a contatti non sicuri) che provocherebbero il deterioramento dell'isolamento e pericolo di incendio.

I componenti/apparecchiature saranno idonei all'installazione in ambienti a maggior rischio di incendio (CEI 64-8/7) e negli impianti AD-FT secondo la norma CEI 64-2 4° ed.

CARATTERISTICHE TECNICO FUNZIONALI

Prese e spine

- Tensione nominale: 24V, 48V, 130V, 230V, 400V

- Numero di poli: 2P, 2P+T, 3P, 3P+T, 3P+N+T
- Corrente nominali: 16A, 32A, 63A, 125A
- Esecuzione: da parete, da incasso
- Grado di protezione: IP44, IP55, IP67
- Autoestinguenza: UL 94 Grado V2 (Involucro) e V1(prese e spine)
- Resistenza meccanica agli urti: >6 Joule

Prese con interruttore di blocco

- Tensione nominale: 130V, 230V, 400V
- Numero di poli: 2P+T, 3P+T, 3P+N+T
- Corrente nominali: 16A, 32A, 63A
- Esecuzione: da parete, da incasso
- Grado di protezione: IP44, IP55, IP67
- Autoestinguenza: UL 94 Grado V2 (Involucro) e V1(Interruttore rotativo)
- Resistenza meccanica agli urti: >6 Joule.

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni di montaggio del costruttore. Da incasso in apposita scatola o a parete in relazione alla tipologia prescelta. In posizione tale da garantire la completa accessibilità per sostituzione e/o ampliamento.

La posa dovrà garantire una perfetta aderenza tra il profilo del componente e la superficie esterna di appoggio.

Nel caso di installazioni fisse, le quote di fissaggio dal piano di calpestio e zone di rispetto, saranno conformi a quanto prescritto dalle norme CEI 64-50 e CEI 64-8, in particolare:

- Prelievo energia ad almeno 17,5 cm di altezza dal piano;
- Prelievo energia e comando ad almeno 110-120 cm dal piano;

Ad evitare impedimenti o influenze con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali.

Ad opera eseguita, il sistema dovrà garantire il grado di protezione previsto dalle norme vigenti nonché dalle indicazioni di progetto. Quanto detto per mezzo di tutti i necessari accessori e/o sistemi previsti dal costruttore.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marcatura CE

Marchio IMQ

QUOTAZIONE

Il materiale sarà pagato a numero. In opera comprensiva di tutti gli oneri ed accessori di completamento necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti e indicazioni di progetto ed, in particolare:

- Presa/e e relativo contenitore,
- Supporto / Base di appoggio,
- Minuteria ed accessori di installazione.

Nella quotazione economica unitaria non sono inclusi gli oneri relativi ad opere murarie e finiture (intonaci, tinteggiatura, ecc..).

Plafoniera sporgente stagna IP65 con lampade fluorescenti tubolari e reattore elettronico

OGGETTO

La presente specifica ha per oggetto:

Plafoniera sporgente stagna IP65 con lampade fluorescenti tubolari e reattore elettronico

RINVIO A SPECIFICHE GENERALI

Nella presente specifica si intendono incluse ed applicate tutte le descrizioni, prescrizioni, normative, oneri e quant'altro indicato nelle specifiche seguenti:

- Specifiche Generali per gli Impianti Elettrici
che si intendono qui integralmente riportate.

NORMATIVA APPLICABILE

Si intendono applicate le seguenti norme:

CEI 34-21	(Apparecchi di illuminazione)
CEI 20-22	(Cablaggio)
CEI 70.1	(Grado protezione degli involucri)
UL 94 Grado V2	(Autoestinguenza per corpi plastici)
D.Lgs 626/94	(Sicurezza negli ambienti di lavoro)
UNI 10380	

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI DI FORNITURA

Il corpo e il diffusore dell'apparecchiatura saranno realizzati in materiale plastico infrangibile autoestinguente (polycarbonato), stabilizzato ai raggi UV, antingiallimento. Il diffusore dovrà essere realizzato in esecuzione antiabbagliamento e fissato al corpo con dispositivi anticaduta.

Tutti i rivestimenti meccanici ed elettrici dovranno garantire una classe 1 (uno) di reazione al fuoco.

La plafoniera sarà equipaggiata di:

- Lampade fluorescenti lineari;
- Cavi non propaganti l'incendio;
- Reattore elettronico, rispondente alla normativa CEI 34-54 e CEI 34-54 V1, con tensione nominale a 230 V +/- 10%, 50 Hz, ad accensione immediata della lampada senza sfarfallio, assenza di effetto stroboscopico, completo di protezione contro sovraccarico e sovratensioni di ingresso, filtro radiodisturbi in conformità alla norma VDE 0871 Classe B;

L'apparecchiatura avrà le seguenti perdite:

- Per lampade 18 W / < = 3 W

- Per lampade 36 W / ≤ 4 W
- Per lampade 58 W / ≤ 4 W

In relazione al numero di lampade per corpo illuminante, il reattore avrà le seguenti esecuzioni:

- 1 x ...: per plafoniera equipaggiata con una lampada;
- 2 x ...: per plafoniera equipaggiata con due lampade;

Nelle versioni per illuminazione di emergenza centralizzata saranno comunque previsti distinti reattori per le lampade alimentate da rete commerciale e per quelle alimentate dal soccorritore.

Altre caratteristiche tecniche:

- Frequenza di funzionamento 25/ 36 kHz;
- Fattore di potenza con $\cos\phi \geq 0,95$ senza rifasamento;
- Morsettiera con adeguata capacità di connessione;
- Fusibile di protezione / sezionamento;
- Temperatura ambiente di funzionamento da -15°C a $+30^{\circ}\text{C}$.
- Disinserzione automatica delle lampade esaurite.

Il cablaggio sarà effettuato con portalampada idoneo all'alimentazione diretta da rete con la tensione di 230 Vca. Gli attacchi saranno di tipo E 27.

L'elemento illuminante sarà del tipo ad alta efficienza, con le seguenti caratteristiche:

- Resa cromatica ≥ 80 (CRI);
- Lumen iniziali 18 W - 1.350 \pm 5%;
- Lumen iniziali 36 W - 3.350 \pm 5%;
- Lumen iniziali 58 W - 5.200 \pm 5%;
- Decadimento massimo a fine vita del flusso luminoso $\leq 5\%$

La fornitura si intende in opera, comprensiva dell'elemento illuminante e tutti gli oneri (attestazione, allacciamento e connessione) ed accessori di completamento previsti dal costruttore e necessari all'installazione, in conformità alle attuali normative vigenti e indicazioni di progetto, per dare il lavoro finito e funzionante.

Il disegno dettagliato dell'apparecchiatura è riportato nelle Tavv. DE-0290 (part. 3), DE-0390 (part. 3), DE-0410 (part. 2), DE-0512 (part. 2).

MODALITÀ DI ESECUZIONE

Installazione in accordo alle istruzioni del costruttore, in posizioni tali da garantire la completa accessibilità per manutenzione e/o sostituzione.

Ad evitare impedimenti o influenze con altre apparecchiature presenti nel servizio ordinario in grado di provocare declassamenti delle prestazioni nominali.

La posa sarà eseguita direttamente a parete (a mezzo di tutti i necessari accessori previsti dal costruttore).

L'ancoraggio alla superficie di appoggio sarà garantito da tasselli ad espansione o da altri sistemi equivalenti.

CERTIFICAZIONI, CAMPIONATURE E PROVE

Marcatura CE, Marchio ENEC

QUOTAZIONE

Il corpo illuminante sarà quotato a numero. Il prezzo include il montaggio ed ogni accessorio o lavoro necessario per l'installazione, in accordo con le norme vigenti e con le istruzioni del progetto o del costruttore. In particolare il prezzo comprende:

Il corpo illuminante, compresa l'ottica, il riflettore, lo schermo, ove richiesti

Le lampade, nel numero necessario,

Reattori e starter, come applicabile,

Condensatori, ove necessari,

Supporti di installazione, quali staffe, tiges, ecc...

Altri accessori elettrici e meccanici, come richiesti dal costruttore o dalle indicazioni di progetto.

Il prezzo non include opere di natura edile, quali tinteggiatura, intonaco, ecc...

Capitolo 6 - OPERE FOGNARIE, ILLUMINAZIONE E STRADALI

Sezione I – Collocazione di tubazioni

ART.60. Scavi trincee, coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette per posa tubazioni

Generalità

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni devono essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Qualora fossero necessarie deviazioni, si utilizzeranno i pezzi speciali di corrente produzione o loro combinazioni delle specifiche tubazioni. L'andamento serpeggiante, sia nel senso altimetrico sia planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato.

La larghezza degli scavi dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in opera in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni e ai tipi di giunti da eseguire.

In corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali devono praticarsi, entro lo scavo, bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio.

L'appaltatore ha l'obbligo di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo e il coordinamento delle quote altimetriche delle fognature esistenti alle quali la canalizzazione da costruire dovrà eventualmente collegarsi.

Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche alle quote altimetriche di posa delle condotte o ai salti di fondo, prima dell'esecuzione dei relativi lavori, sarà necessaria l'autorizzazione della direzione dei lavori.

In caso di inosservanza a quanto prescritto e per le eventuali variazioni non autorizzate della pendenza di fondo e delle quote altimetriche, l'appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, a giudizio della direzione dei lavori, si rendessero necessarie per garantire la funzionalità delle opere in appalto.

Non sono ammesse contropendenze o livellette in piano: eventuali errori d'esecuzione della livelletta che, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, siano giudicati accettabili in quanto non pregiudicano la funzionalità delle opere non daranno luogo all'applicazione di oneri a carico dell'appaltatore.

Qualora invece detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori o del collaudatore, dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, si applicheranno le penali previste dal presente capitolato.

Le radici degli alberi in corrispondenza della trincea nella zona interessata all'attraversamento della condotta devono essere accuratamente eliminate.

Interferenze con edifici

Quando gli scavi si sviluppano lungo strade affiancate da edifici esistenti si dovrà operare in modo da non ridurre la capacità portante dell'impronta delle fondazioni. Gli scavi devono essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori e a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.

Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio

alle quali – restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'appaltatore – si sia dato corso secondo modalità consentite dalla direzione dei lavori faranno carico al committente e verranno remunerate secondo i prezzi d'elenco.

Qualora, lungo le strade sulle quali si devono realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di un'adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

Attraversamento di manufatti

Nel caso si debbano attraversare dei manufatti si deve assolutamente evitare di murare le tubazioni negli stessi, in quanto ciò potrebbe provocare la rottura dei tubi agli incastri in dipendenza degli inevitabili, anche lievi, assestamenti delle tubazioni e del manufatto. Bisogna invece provvedere alla creazione di un certo spazio fra muratura e tubo, lasciando quest'ultimo per tutto lo spessore del manufatto con cartone ondulato o cemento plastico.

Ad ogni modo è sempre buona norma installare un giunto immediatamente a monte ed uno immediatamente a valle del tratto di tubazione che attraversa la parete del manufatto; eventuali cedimenti saranno così assorbiti dall'elasticità dei giunti più vicini.

Interferenze con servizi pubblici sotterranei

Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e/o mediante sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti, si devono determinare con esattezza i punti dove la canalizzazione interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere).

Nel caso di intersezione, i servizi interessati devono essere messi a giorno ed assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, appena venga scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente a un servizio pubblico sotterraneo, o si verifichi un danno allo stesso durante i lavori, l'appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'ufficio competente.

I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e – se si tratta di acquedotti – protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici.

Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della direzione dei lavori, sentiti gli uffici competenti, si provvederà a deviare dalla fossa i servizi stessi.

Realizzazione della fossa

Opere provvisorie

Le opere provvisorie in presenza di scavi e/o sbancamenti devono essere realizzate secondo quanto previsto dal piano di sicurezza e di coordinamento (PSC) o del piano operativo di sicurezza, secondo le disposizioni del **D.P.R. n. 222/2003**.

Tipologie di scavi

In base agli elementi geometrici degli scavi normalmente utilizzati, si potranno presentare le seguenti tipologie:

- a) *trincea stretta*: è la migliore sistemazione nella quale collocare, ad esempio, un tubo di PVC, in quanto viene alleggerito dal carico sovrastante, riuscendo a trasmettere parte di esso al terreno circostante in funzione della deformazione per schiacciamento alla quale il manufatto è sottoposto;
- b) *trincea larga*: il carico sul tubo è sempre maggiore di quello relativo alla sistemazione in trincea stretta, per questo motivo, in fase di progettazione, si consiglia di partire, per

questioni di sicurezza, da questa ipotesi;

- c) *terrapieno (posizione positiva)*: la sommità del tubo sporge sul livello naturale del terreno. L'assenza di fianchi, anche naturali, nello scavo e il relativo cedimento del terreno impediscono normalmente la possibilità di impiegare questo metodo nel caso di carichi pesanti;
- d) *terrapieno (posizione negativa)*: la tubazione è sistemata a un livello inferiore a quello naturale del terreno. A motivo di una frizione piuttosto modesta in atto fra il materiale di riempimento sistemato a terrapieno e i fianchi naturali dello scavo, il tubo può sopportare carichi leggermente superiori a quelli della posizione positiva, ma in ogni caso inferiori a quelli sopportabili nelle sistemazioni a trincea stretta e trincea larga.

La larghezza del fondo della trincea dovrà essere non inferiore a $(D + 0,40 \cdot D)$ m.

ART.61. Letto di posa per tubazioni

Appoggio su suoli naturali

Il supporto può essere realizzato dallo stesso suolo naturale affiorante sul fondo della fossa purché questo abbia densità almeno pari a quella del supporto in sabbia o ghiaia-sabbia di riporto.

Questa soluzione sarà adottata preferibilmente quando il suolo ha natura non legante, con granulometria massima inferiore a 20 mm; con tubi rigidi, sarà ammesso l'appoggio diretto anche su suoli costituiti da ghiaia grossa, purché la dimensione non superi la metà dello spessore della parete del condotto.

La superficie di posa sul fondo della fossa sarà accuratamente presagomata secondo la forma esterna dei condotti, in modo tale che questi appoggino esattamente per l'intera superficie corrispondente all'angolo di supporto, evitando appoggi in punti singolari o lungo linee.

Potrà essere altresì prescritto il ricalzo della conduttura, sopra la sella d'appoggio sagomata, con materiale non legante costipato a strati, in modo tale da fargli acquisire una compattezza almeno pari a quella del suolo naturale sottostante. In questo modo di regola dovrà essere aumentato l'angolo di supporto. In alternativa la conduttura potrà essere posata sul fondo della fossa piana, ossia non presagomata e ricalzata con materiale non legante costipato come nel caso precedente.

Come materiale per il ricalzo si possono usare sabbia e ghiaietto naturale fortemente sabbioso (percentuale di sabbia >15%) con granulometria massima pari a 20 mm, ovvero sabbia di frantumazione e pietrischetto con granulometria massima pari a 11 mm.

Nel caso di tubi con piede, l'angolo del supporto è prefissato dalla forma del piede. Di norma peraltro questi tubi saranno posati su uno strato di calcestruzzo magro, senza particolari prescrizioni sulla classe di resistenza e sullo spessore, previa interposizione di malta cementizia liquida.

Appoggio su materiale di riporto

Nel caso in cui sul fondo della fossa affiorino suoli inadatti per l'appoggio diretto (fortemente leganti o a granulometria troppo grossa), la suola deve essere approfondita per introdurre uno strato di supporto artificiale, costituito da terra adatta o calcestruzzo.

Come materiali di riporto sono adatti sabbia naturale, ghiaia fortemente sabbiosa (parte sabbiosa > 15%) con dimensione massima 20 mm, sabbia di frantumazione e pietrischetto con dimensione massima pari a 1/5 dello spessore minimo dello strato di supporto in corrispondenza della generatrice inferiore del condotto.

Con i suoli di compattezza media è sufficiente uno spessore minimo del supporto pari a 100 mm + 1/10 D. Con suoli molto compatti (per esempio rocciosi), per contrastare concentrazioni di carico sul fondo del condotto, quando questo ha diametro superiore a 500 mm, lo spessore

minimo del supporto deve essere pari a $100 \text{ mm} + 1/5 D$, ovvero si deve prevedere un supporto in calcestruzzo.

Appoggio su calcestruzzo

Lo strato di supporto dei tubi rigidi dovrà essere realizzato in calcestruzzo quando il fondo della fossa ha forte pendenza, quando è possibile il dilavamento della sabbia per effetto drenante o se il sottofondo è roccioso.

Lo spessore del supporto in calcestruzzo lungo la generatrice inferiore dei tubi senza piede sarà pari a $50 \text{ mm} + 1/10 D$ in mm, con un minimo di 100 mm. Inizialmente si realizzerà una soletta piana in calcestruzzo, sulla quale verranno sistemati i tubi, completando poi il supporto fino al previsto angolo di appoggio. Oppure il supporto in calcestruzzo verrà realizzato integralmente, con una sagoma corrispondente alla superficie esterna del tubo e questo verrà successivamente posato su malta fresca. Per i tubi con piede ci si limiterà a realizzare una soletta piana in calcestruzzo con uno spessore minimo uguale a quello del caso precedente.

Per i condotti flessibili, qualora per ragioni costruttive sia necessaria una soletta in calcestruzzo, tra condotto e soletta si deve prevedere uno strato intermedio in sabbia e ghiaietto costipabile, con uno spessore minimo pari a $100 \text{ mm} + 1/10 D$ in mm.

In ogni caso, fino all'indurimento del calcestruzzo, la fossa deve essere tenuta libera da acque di falda.

Camicia in calcestruzzo

In particolari condizioni statiche, la direzione dei lavori potrà prescrivere un'incamiciatura del condotto in calcestruzzo semplice o armato, parziale o totale, suddivisa mediante giunti trasversali.

Nel caso di incamiciatura in calcestruzzo di tubi flessibili, occorre fare attenzione che la camicia costituisca l'unica struttura portante, senza la collaborazione del tubo. Pertanto lo spessore minimo deve essere aumentato in funzione delle esigenze statiche.

Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, ed in ogni caso su disposizione della direzione dei lavori, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria minuta) dell'altezza minima di $D/10 + 10 \text{ cm}$ (essendo D il diametro del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza del cavo.

Qualora fosse prescritta la posa su massetto delle tubazioni, lo stesso sarà realizzato con conglomerato cementizio magro, in sezione non inferiore a quelle riportate nella tabella 98.1.

Tabella – Tubazioni interrate. Dimensioni minime del massetto di posa

Parametri	Diametro esterno del tubo [cm]												
	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Altezza platea (h)	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14	14	16
Altezza rinfiango (H)	10	14	18	25	27	30	36	40	46	55	63	68	78
Larghezza massetto (L)	40	45	50	55	65	70	75	80	95	105	115	130	140

La norma **UNI 7517** indica le diverse modalità di posa, i coefficienti di posa K da adottare in funzioni dell'angolo d'appoggio, del grado di costipamento del rinfiango e del tipo di trincea.

ART.62. Modalità esecutive per la posa in opera di tubazioni

Controllo e pulizia dei tubi

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti o danni. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre. Prima di essere posto in opera ciascun tubo, giunto e/o pezzo speciale dovrà essere accuratamente controllato per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate

manipolazioni (trasporto, scarico, sfilamento), pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo.

Quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera devono essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà provvedere al suo ripristino.

Deve essere lubrificata l'estremità maschio per tutta la circonferenza, soprattutto nella zona dell'estremità arrotondata. Il lubrificante dovrà essere compatibile con la qualità della gomma.

Nicchie in corrispondenza dei giunti

Il sottofondo deve essere sagomato ed avere nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni dei bicchieri, in corrispondenza dei giunti, onde evitare che la tubazione resti poggiata sui giunti stessi.

Le nicchie devono essere costruite dopo avere ultimato lo scavo a fondo livellato e devono avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio e incasso del giunto.

Continuità del piano di posa

Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti quali impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorresse, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso la continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

Protezione catodica delle tubazioni metalliche

Nel caso specifico di tubazioni metalliche devono essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

Tubi danneggiati durante la posa in opera

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti devono essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna.

Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse terra o altri materiali estranei tra le superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie pulizie e a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

Piano di posa

Per la corretta esecuzione delle livellette di posa, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'uso di un'apparecchiatura a raggio laser, corredata di indicatori di pendenza, di dispositivo elettronico di autolivellamento, di spostamento della direzione destra/sinistra, di inclinazione laterale, di spia batteria, munita di livello a bolle d'aria e protetta contro l'inversione della polarità.

Ove si rendesse necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

La posa della condotta sul fondo piano della fossa è possibile solo mediante introduzione a strati e accurato costipamento del materiale di rinalzo. La condotta si poserà su un letto di sabbia di spessore $(0,10 + D/10)$ m e, comunque maggiore di 15 cm, e di larghezza quanto lo scavo.

Il supporto deve essere eseguito con l'angolo minimo corrispondente al calcolo statico.

Per i tubi rigidi senza piede, l'angolo di appoggio deve essere di regola di 90°; esso può essere realizzato mediante accurato rinalzo e compattazione a mano o con attrezzi leggeri. Angoli di appoggio superiori (120°) possono essere realizzati con tubi rigidi solo se gli interstizi del

supporto vengono costipati a strati in modo intensivo e si assicura che la densità del materiale nell'ambito del supporto sia maggiore di quella sotto il tubo. Angoli di appoggio inferiori a 90° possono essere realizzati previo controllo statico; con tubi rigidi aventi diametro di 200 mm, l'angolo di appoggio non può comunque essere inferiore a 60°. Per i tubi flessibili di regola il calcolo statico è basato su un angolo di appoggio di 180°, realizzato mediante compattazione intensiva del materiale di supporto fino all'altezza delle imposte.

Per i condotti con rivestimento protettivo esterno, il materiale del supporto e le modalità esecutive saranno tali da non danneggiare il rivestimento.

Se il supporto si trova immerso permanentemente o temporaneamente nella falda acquifera sotterranea, si dovrà prevenirne il dilavamento nei terreni circostanti o nel sistema di drenaggio. È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sconsigliano, in quanto possibile, fondi costituiti da gettate di cemento o simili.

Il letto di posa non dovrà essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. In pratica il materiale più adatto sarà costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato dovrà essere accuratamente compatto fino ai prescritti valori dell'indice di Proctor (CNR b.u. n. 69-AASHO mod.).

Modalità di posa in opera

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo della trincea spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

I tubi si poseranno procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso. In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni ed altri appoggi discontinui. Nessun tratto di tubazione dovrà essere disposto in orizzontale.

Per le operazioni di posa in opera si devono osservare le raccomandazioni ed istruzioni del fornitore dei tubi.

I tubi verranno calati nello scavo solamente dopo aver controllato che il letto di posa in sabbia dello spessore di almeno 10 cm sia perfettamente piano e che siano state eseguite le nicchie per l'alloggiamento dei giunti.

ART.63. Rinterro delle tubazioni

Generalità

Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mira, apparecchi di livellazione, o mediante altri mezzi idonei.

Esecuzione del rinterro

Il materiale già usato per la costituzione del letto di posa verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzeria del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto il tubo e che il rinfiacco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tale operazioni verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo. La compattazione dovrà eseguirsi preferibilmente con vibrator a piastra regolabili di potenza media o con altri mezzi meccanici.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggio dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite con lo stesso materiale costituente il letto di posa, in modo da eliminare eventuali spazi vuoti sotto i bicchieri stessi; quindi si procederà a riempire la trincea con il materiale di risulta.

Il rinfianco dovrà essere eseguito apportando, in un primo tempo, il materiale su entrambi i lati della tubazione fino al piano diametrale della stessa e, quindi, spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala e costipandolo a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (stando bene attenti a non danneggiare il tubo). L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato degli elementi con diametro superiore a 10 cm e dei frammenti vegetali e animali. Il rinfianco delle tubazioni e il primo riempimento dello scavo, fino a 20 cm al di sopra dell'estremità superiore del tubo, devono essere effettuati con sabbia avente un peso in volume secco minimo di 1,9 t/m³; il massimo contenuto di limo è limitato al 10%, il massimo contenuto di argilla è limitato al 5%.

La compattazione dovrà essere effettuata esclusivamente sulle fasce laterali, al di fuori della zona occupata dal tubo fino ad ottenere che la densità relativa del materiale di rinterro raggiunga il 90% del valore ottimo determinante con la prova di Proctor modificata.

Gli inerti con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate) sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1,00 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progettista.

Infine verrà lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.

Il rinterro deve avvenire secondo le prescrizioni della norma **UNI EN 1295-1** che distingue:

- zona di rinterro. Tale zona deve essere eseguita secondo le caratteristiche della condotta (rigida, semi rigida o flessibile), i carichi esterni e la tipologia dei terreni attraversati;
- zona di rinterro accurato, costituita da:
 - 1) letto di posa e rinfianco fino a 10 cm almeno al di sopra della generatrice superiore dell'accoppiamento per le condotte flessibili;
 - 2) letto di posa e base d'appoggio fino al diametro orizzontale per le condotte rigide.
- terreno.

In generale le condizioni di posa devono tenere conto delle seguenti condizioni:

- mantenimento della condotta al riparo dal gelo;
- attraversamento ad alta sicurezza (passaggi di ferrovie, autostrade, ecc.);
- regolamenti locali relativi alla viabilità.

L'esecuzione della base d'appoggio e del reinterro sarà effettuata con materiali compatibili con le condizioni di costipamento necessarie e previa accettazione della direzione dei lavori.

La ricopertura minima della condotta per qualsiasi materiale deve risultare di 80-100 cm in zone soggette a traffico leggero e di almeno 150 cm in zone soggette a traffico pesante. Per altezze del rinterro inferiori a quelle sopra stabilite, il riempimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente e calcolato tenendo conto delle caratteristiche dei terreni di posa, dello scavo e della resistenza meccanica del tubo impiegato.

Per i tubi in ghisa sferoidale potranno ammettersi altezze minime inferiori, previa adeguata verifica e parere favorevole della direzione dei lavori.

Se è previsto il riutilizzo del materiale di scavo, questo sarà privato di tutti quegli elementi suscettibili di danneggiare le condotte. Quando è previsto il costipamento della base d'appoggio, questo sarà realizzato con strumenti leggeri da tutte e due le parti della condotta, al fine di non provocare deviazioni del piano e del livello della condotta.

Per il ricoprimento, la scelta degli strumenti di costipamento, a vibrazione o costipanti, sarà realizzata in funzione della qualità del terreno, dei dispositivi di palancolaggio e dell'altezza di rinterro al di sopra dell'estradosso, previo parere favorevole della direzione dei lavori e del progettista.

Il materiale di reinterro dovrà appartenere ai gruppi A1 A2 e A3 della classificazione **CNR UNI**

1.0006 e rispettare le metodologie di calcolo delle norme ATV 127 ed **UNI 7517**.

Resta comunque facoltà della direzione dei lavori, eseguiti i necessari accertamenti, prescrivere, se è il caso, il ricorso ad altro materiale di riporto.

Il rinfianco e il ricoprimento devono essere realizzati con terra vagliata a maglia grossa o liberata (a mano) dagli elementi più grossolani che possono danneggiare la tubazione.

Nel caso di tubi installati in trincea la profondità minima del rinterro sarà $1,2 \times \text{DN}$ (mm); non saranno ammessi in alcun caso rinterri inferiori alla metà del diametro esterno del tubo, con minimo assoluto di 350 mm. Nel caso fosse necessario un rinterro minore si dovrà realizzare un rinfianco in calcestruzzo e, sopra la superficie esterna del tubo, un getto di cemento armato le cui caratteristiche saranno determinate dal progettista della condotta.

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

Raccomandazioni per la compattazione

Considerato che una eccessiva compattazione o una compattazione con apparecchiature non appropriate possono far deformare il tubo o farlo sollevare dal letto di posa, devono essere rispettate le seguenti raccomandazioni per ottenere il massimo valore pratico della densità del materiale.

La compattazione può essere eseguita usando un compattatore ad impulsi o altro sistema idoneo. Durante la compattazione del rinterro sarà cura dell'appaltatore e del direttore dei lavori controllare la forma della sezione del tubo. I controlli della deflessione dei tubi si eseguiranno quando siano stati posati e ricoperti i primi tubi. Controlli periodici si effettueranno durante lo svolgimento dei lavori.

Quando è possibile, occorre eseguire sul posto la misura della densità del materiale compattato della zona primaria, per verificarne l'accordo con le assunzioni progettuali esecutive.

a) Terreni a grana grossolana con 5% di fini

La massima densità si otterrà con la compattazione, la saturazione e la vibrazione; il rinterro sarà posato in strati da 0,15 a 0,30 m. Si dovrà evitare il galleggiamento della tubazione durante la saturazione del terreno. Non è consigliato l'uso del getto d'acqua, in quanto potrebbe comportare il dilavamento del terreno di supporto laterale del tubo.

La posa del rinterro al di sopra del tubo dovrà evitarsi mentre viene saturata la zona di materiale attorno al tubo, in quanto questa condizione caricherebbe il tubo prima che inizi la reazione di assestamento.

b) Terreni a grana grossolana con 5-12% di fini

La compattazione dei terreni che presentano una quantità di fini compresa tra il 5 ed il 12% si dovrà eseguire mediante costipamento o saturazione e vibrazione.

c) Terreni a grana grossolana con > 12% di fini

I terreni a grana grossolana che presentano una quantità di fini maggiore del 12% si compattano meglio per costipazione meccanica in strati da 0,10 a 0,15 m.

Il direttore dei lavori deve effettuare il controllo di deflessione dopo l'installazione e il ricoprimento dei primi tratti di tubo. L'appaltatore potrà proseguire i lavori soltanto dopo tale controllo.

Il rinfianco con terreni, quali quelli di natura organica, torbosi, melmosi, argillosi, ecc., è vietato perché detti terreni non sono costipabili a causa del loro alto contenuto d'acqua; esso potrà essere consentito dalla direzione dei lavori, in via eccezionale solo se saranno prescritte speciali modalità di posa o maggiori spessori.

Sezione II – Realizzazione di opere stradali

ART.64. Opere d'arte

Caditoie stradali

Generalità

Si intende per *caditoie* i dispositivi che hanno la funzione di raccolta delle acque defluenti nelle cunette stradali o ai bordi di superficie scolanti opportunamente sagomate.

Le caditoie devono essere costituite da un pozzetto di raccolta interrato, generalmente prefabbricato, dotato di un dispositivo di coronamento formato da un telaio che sostiene un elemento mobile detto *griglia* o *coperchio*, che consente all'acqua di defluire nel pozzetto di raccolta per poi essere convogliata alla condotta di fognatura.

La presa dell'acqua avviene a mezzo di una bocca superiore, orizzontale o verticale, i cui principali tipi sono: a griglia; a bocca di lupo; a griglia e bocca di lupo; a fessura.

Un idoneo dispositivo posto tra la griglia di raccolta e la fognatura deve impedire il diffondersi degli odori verso l'esterno (caditoia sifonata).

Le caditoie potranno essere disposte secondo le prescrizioni del punto 5 della **UNI EN 124**, "Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo qualità", che classifica i dispositivi di chiusura e di coronamento nei seguenti gruppi in base al luogo di impiego:

- Gruppo 1 (classe A 15) per zone usate esclusivamente da ciclisti e pedoni;
- Gruppo 2 (classe B 125) per marciapiedi, zone pedonali, aree di sosta e parcheggi multipiano;
- Gruppo 3 (classe C 250) per banchine carrabili e cunette e parcheggi per automezzi pesanti, che si estendono al massimo per 50 cm nella corsia di circolazione e fino a 20 cm sul marciapiede, a partire dal bordo;
- Gruppo 4 (classe D 400) per strade provinciali e statali e aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli;
- Gruppo 5 (classe E 600) per aree soggette a transito di veicoli pesanti;
- Gruppo 6 (classe F 900) per aree soggette a transito di veicoli particolarmente pesanti.

Pozzetti per la raccolta delle acque stradali

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali potranno essere costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato, ad elevato dosaggio di cemento, e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere, con caditoia conforme alle prescrizioni della norma **UNI EN 124**.

Potranno essere realizzati mediante associazione dei pezzi idonei: pozzetti con o senza sifone e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici in acciaio zincato muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La dimensione interna del pozzetto dovrà essere maggiore o uguale a 45 x 45 cm e di 45 x 60 cm per i pozzetti sifonati; il tubo di scarico deve avere diametro interno minimo 150 mm.

I pozzetti devono essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti; l'eventuale prodotto impermeabilizzante deve essere applicato nella quantità indicata dalla direzione dei lavori.

I pozzetti stradali prefabbricati in calcestruzzo armato saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per m³ d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale e a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido, e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato. I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati devono essere perfettamente sigillati con malta cementizia.

Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole porta secchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

Materiali

Il punto 6.1.1 della norma **UNI EN 124** prevede per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, escluso le griglie, l'impiego dei seguenti materiali:

- 1) ghisa a grafite lamellare;
- 2) ghisa a grafite sferoidale;
- 3) getti in acciaio;
- 4) acciaio laminato;
- 5) uno dei materiali ai punti precedenti abbinato con calcestruzzo;
- 6) calcestruzzo armato.

L'eventuale uso di acciaio laminato sarà ammesso previa adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione dovrà essere stabilito previo accordo fra direzione dei lavori e appaltatore.

La citata norma **UNI EN 124** prevede per la fabbricazione delle griglie i seguenti materiali:

- 1) ghisa a grafite lamellare;
- 2) ghisa a grafite sferoidale;
- 3) getti in acciaio.

Il riempimento dei coperchi potrà essere realizzato in calcestruzzo o in altro materiale adeguato solo previo consenso della direzione dei lavori.

I materiali di costruzione devono essere conformi alle norme di cui al punto 6.2 della **UNI EN 124**.

Nel caso di coperchio realizzato in calcestruzzo armato: per le classi da B 125 a F 900, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 giorni, secondo le norme **DIN 4281**, pari ad almeno 45 N/mm^2 , nel caso di provetta cubica con 150 mm di spigolo, e pari a 40 N/mm^2 nel caso di provetta cilindrica di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza; per la classe A 15 la resistenza a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 20 N/mm^2 .

Il copriferro in calcestruzzo dell'armatura del coperchio dovrà avere uno spessore di almeno 2 cm su tutti i lati, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lastra di acciaio, getti d'acciaio, ghisa a grafite lamellare o sferoidale.

Il calcestruzzo di riempimento del coperchio dovrà essere additivato con materiali indurenti per garantire una adeguata resistenza all'abrasione.

Marcatura

Secondo il punto 9 della **UNI EN 124**, tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole e visibile dopo la posa in opera, indicante:

- la norma UNI;
- la classe o le classi corrispondenti;
- il nome e/o la sigla del produttore;
- marchio dell'eventuale ente di certificazione;
- eventuali indicazioni previsti dalla lettera e) del citato punto 9 della **UNI EN 124**;

- eventuale indicazioni previsti dalla lettera f) del citato punto 9 della **UNI EN 124**.

Caratteristiche costruttive

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso.

I dispositivi di chiusura dei pozzetti possono essere previsti con o senza aperture di aerazione. Nel caso in cui i dispositivi di chiusura siano con aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione dovrà essere conforme ai valori del prospetto II del punto 7.2 della **UNI EN 124**.

Aperture di aerazione

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere dimensioni secondo il tipo di classe di impiego.

Dimensione di passaggio

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 60 cm, per consentire il libero passaggio di persone dotate di idoneo equipaggiamento.

Profondità di incastro

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, aventi dimensione di passaggio minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità d'incastro di almeno 50 mm; tale prescrizione non è richiesta per i dispositivi il cui coperchio o griglia è adeguatamente fissato, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico veicolare.

Sedi

La superficie di appoggio dei coperchi e delle griglie dovrà essere liscia e sagomata in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino spostamenti e rotazioni, ed emissione di rumore; a tal fine, la direzione dei lavori si riserva di prescrivere l'impiego di idonei supporti elastici per prevenire tali inconvenienti.

Protezione spigoli

Gli spigoli e le superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe da A 15 a D 400 devono essere protetti con idonea guarnizione in ghisa o in acciaio dello spessore previsto dal prospetto III della **UNI EN 124**.

La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi da E 600 a F 900 deve essere conforme alle prescrizioni progettuali.

Fessure

Le fessure, per le classi da A 15 a B 125, devono essere conformi alle prescrizioni del prospetto IV della **UNI EN 124**, e al prospetto V della citata norma per le classi da C 250 a F 900.

Cestelli e secchi scorificatori

Gli eventuali cesti di raccolta del fango devono essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali. Devono essere di facile sollevamento e alloggiati su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

Nel caso di riempimento del cestello dovrà essere assicurato il deflusso dell'acqua e l'aerazione.

Stato della superficie

La superficie superiore delle griglie e dei coperchi delle classi da D 400 a F 900 dovrà essere piana con tolleranza dell'1%.

Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono essere conformate in modo da risultare non sdruciolevoli e libere da acque superficiali.

Sbloccaggio e rimozione dei coperchi

Dovrà essere previsto un idoneo dispositivo che assicuri lo sbloccaggio e l'apertura dei coperchi.

Dispositivi di chiusura e di coronamento

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, e i coperchi, per quelli da marciapiede.

Nel caso sia prevista l'installazione dei cestì per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a 500 kg di cemento tipo 425 per m³ di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della direzione dei lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q di cemento tipo 425 per m³ d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se è il caso, anelli d'appoggio.

I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della direzione dei lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, devono essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Camerette d'ispezione

Ubicazione

Le camerette di ispezione devono essere localizzati come previsto dal progetto esecutivo e in generale in corrispondenza dei punti di variazione di direzione e/o cambiamenti di pendenza: in particolare devono essere disposti lungo l'asse della rete a distanza non superiore a 20-50 m.

Caratteristiche costruttive

I pozzetti d'ispezione devono essere muniti di innesti elastici e a perfetta tenuta idraulica. In presenza di falda, devono essere prese precauzioni per evitare eventuali infiltrazioni d'acqua dalle pareti dei pozzetti.

I pozzetti potranno avere sezione orizzontale circolare o rettangolare, con diametro o lati non inferiori a 1,00 m. Devono essere dotati di chiusino d'accesso generalmente realizzato in ghisa, avente diametro maggiore di 0,6 m.

Dispositivi di chiusura e di coronamento

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) devono essere conformi a quanto prescritto dalla norma **UNI EN 124**.

Il marchio del fabbricante dovrà occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non dovrà riportare scritte di tipo pubblicitario.

La superficie del dispositivo di chiusura deve essere posizionata a quota del piano stradale finito.

I pozzetti delle fognature bianche potranno essere dotati di chiusini provvisti di fori d'aerazione (chiusini ventilati).

Gradini d'accesso

Il pozzetto dovrà essere dotato di gradini di discesa e risalita, collocati in posizione centrale rispetto al cammino d'accesso. La scala dovrà essere alla marinara, con gradini aventi interasse di 30-32 cm, realizzati in ghisa grigia, ferro, acciaio inossidabile, acciaio galvanizzato o alluminio. Tali elementi devono essere opportunamente trattati con prodotti anticorrosione per prolungarne la durata. In particolare le parti annegate nella muratura devono essere opportunamente protette con idoneo rivestimento, secondo il tipo di materiale, per una profondità di almeno 35 mm.

Nel caso di utilizzo di pioli (o canna semplice) questi devono essere conformi alle norme **DIN 19555** ed avere diametro minimo di 20 mm e la sezione dovrà essere calcolata in modo che il piolo possa resistere a un carico pari a tre volte il peso di un uomo e dell'eventuale carico trasportato. La superficie di appoggio del piede deve avere caratteristiche antiscivolo.

Al posto dei pioli potranno utilizzarsi staffe (o canna doppia) che devono essere conformi alle seguenti norme: tipo corto, **DIN 1211 B**; tipo medio, **DIN 1211 A**; tipo lungo, **DIN 1212**.

In tutti i casi i gradini devono essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.

Nel caso di pozzetti profondi la discesa deve essere suddivisa mediante opportuni ripiani intermedi, il cui dislivello non deve superare i 4 m.

Pozzetti prefabbricati

I pozzetti potranno essere di tipo prefabbricato in c.a., PRFV, ghisa, PVC, PEad, ecc.

Il pozzetto prefabbricato deve essere costituito da un elemento di base provvisto di innesti per le tubazioni, un elemento di sommità a forma tronco-conica o tronco-piramidale che ospita in alto, con l'inserimento di anelli o riquadri (detti *raggiungi-quota*), il chiusino; oppure da una serie di elementi intermedi, di varia altezza, che collegano la base alla sommità.

Le giunzioni con le parti prefabbricate devono essere adeguatamente sigillate, con materiali plastici ed elastici ad alto potere impermeabilizzante. Solo eccezionalmente, quando non sono richieste particolari prestazioni per l'assenza di falde freatiche e la presenza di brevi sovrappressioni interne (in caso di riempimento della cameretta), potrà essere ammessa l'impermeabilizzazione con malta di cemento; in ogni caso, sul lato interno del giunto, si devono asportare circa 2 cm di malta, da sostituire con mastici speciali resistenti alla corrosione.

Per i manufatti prefabbricati in calcestruzzo si farà riferimento alla norma **DIN 4034**.

Pozzetti realizzati in opera

I pozzetti realizzati in opera potranno essere in muratura di mattoni o in calcestruzzo semplice o armato.

Le pareti dei muri devono essere ortogonali all'asse delle tubazioni per evitare il taglio dei tubi. Le pareti devono essere opportunamente impermeabilizzate, secondo le prescrizioni progettuali, al fine di prevenire la dispersione delle acque reflue nel sottosuolo.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con cemento CEM II R. 32.5 dosato a 200 kg per m³ di impasto per il fondo e a 300 kg per m³ per i muri perimetrali; per le solette si impiegherà invece cemento tipo CEM II R. 425 nel tenore di 300 kg per m³. In tal caso sarà opportuno impiegare nel confezionamento additivi idrofughi.

La superficie interna del pozzetto, se in calcestruzzo, in presenza di acque fortemente aggressive, dovrà essere rifinita con intonaci speciali o rivestita con mattonelle di gres ceramico; in presenza di acque mediamente aggressive, si potrà omettere il rivestimento protettivo rendendo il calcestruzzo impermeabile e liscio e confezionandolo con cemento resistente ai solfati. Tutti gli angoli e gli spigoli interni del pozzetto devono essere arrotondati.

I pozzetti realizzati in murature o in calcestruzzo semplice devono avere uno spessore minimo di 20 cm, a meno di 2 m di profondità e di 30 cm per profondità superiori.

L'eventuale soletta in c.a. di copertura, con apertura d'accesso, dovrà avere uno spessore minimo di 20 cm e un'armatura minima con 10 Ø 8 mm/m e 3 Ø 7 mm/m, e opportunamente rinforzata in corrispondenza degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta.

Collegamento del pozzetto alla rete

L'attacco della rete al pozzetto dovrà essere realizzato in modo da evitare sollecitazioni di taglio, ma consentendo eventuali spostamenti relativi tra la tubazione e il manufatto; a tal fine devono essere impiegati appositi pezzi speciali, con superficie esterna ruvida, di forma cilindrica, oppure a bicchiere o incastro, entro cui verrà infilato il condotto con l'interposizione di un anello in gomma per la sigillatura elastica. A tal fine i due condotti di collegamento della canalizzazione al manufatto, in entrata e in uscita, devono avere lunghezze adeguate per consentire i movimenti anche delle due articolazioni formate dai giunti a monte e a valle del pozzetto.

Pozzetti di salto (distinti dai dissipatori di carico per salti superiori ai 7-10 m)

I pozzetti di salto devono essere adoperati per superamento di dislivelli di massimo 2-4 m; per dislivelli superiori sarà opportuno verificare la compatibilità con la resistenza del materiale all'abrasione.

Le pareti devono essere opportunamente rivestite, specialmente nelle parti più esposte, soprattutto quando la corrente risulti molto veloce. Qualora necessario, si potrà inserire all'interno del pozzetto un setto per attenuare eventuali fenomeni di macro turbolenza conseguendo dissipazione di energia.

Il salto di fondo si può realizzare disponendo un condotto verticale che formi un angolo di 90° rispetto all'orizzontale, con condotto obliquo a 45° oppure con scivolo.

Pozzetti di lavaggio (o di cacciata)

Nei tratti di fognatura ove la velocità risulti molto bassa e dove possono essere presenti acque ricche di solidi sedimentabili, devono prevedersi pozzetti di lavaggio (o di cacciata), con l'obiettivo di produrre, ad intervalli regolari, una portata con elevata velocità, eliminando così eventuali sedimentazioni e possibili ostruzioni.

I pozzetti di lavaggio devono essere ispezionabili.

Con riferimento alla C.M. n. 11633 del 7 gennaio 1974, per le acque nere la velocità relativa alle portate medie non dovrà di norma essere inferiore ai 50 cm/s; quando ciò non si potesse realizzare devono essere interposti in rete adeguati sistemi di lavaggio. La velocità relativa alle portate di punta non dovrà di norma essere superiore ai 4 m/s.

Per le fognature bianche la stessa circolare dispone che la velocità massima non dovrà di norma superare i 5 m/s.

A tal fine, in entrambi i casi, dovrà assicurarsi in tutti tratti della rete una velocità non inferiore a 50 cm/s.

Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane e impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalette, cunette e cunicoli.

Tubazioni

Tubazioni in c. a. v.

Le tubazioni in c.a.v. dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 25$ MPa;
- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

Le tubazioni dovranno essere poste in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiancate; il conglomerato per la platea ed i rinfianchi sarà del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25$ MPa. Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a 400 kg/m³ di cemento.

Tubazioni in pvc rigido

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, dei tipi SN2 SDR 51, SN4 SDR 41 e SN8 SDR 34, secondo la norma **UNI 1401-1**.

Verrà interrata in un cavo di dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto, verrà rinfrancato con conglomerato del tipo di fondazione con $R_{ck} \geq 25$ MPa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio. La direzione dei lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli a un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme, l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali non accettati.

Pozzetti e chiusini

I pozzetti e chiusini dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 30$ MPa;
- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;

- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi; dovranno inoltre essere conformi alle norme **UNI - EN 124** ("Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature").

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o similari, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante la norma di riferimento, la classe corrispondente, la sigla e/o il nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono quelle indicate negli elaborati di progetto esecutivo.

Canalette

Le canalette dovranno essere in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40%, spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di 34 kg/mm², e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m² per faccia.

Canalette ad embrici

Le canalette ad embrici dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq$ ____ MPa, secondo i disegni tipo di progetto.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera, l'impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento, in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro minimo di ____ mm e lunghezza non inferiore a ____ cm, infissi nel terreno per almeno ____ cm, in modo che sporgano almeno ____ cm.

Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione, mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato. La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

Cunette

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi. Quest'opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per consegnare i lavori.

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'impresa, sotto il controllo della direzione dei lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 indicato dalla stessa direzione dei lavori.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

Cunicoli

La costruzione di cunicoli drenanti, aventi sezione all'interno del rivestimento non superiore a 30 m^2 , potrà avvenire con perforazione sia a mano che meccanica in terreni di qualsiasi natura, durezza e consistenza, compresi gli oneri per la presenza e lo smaltimento di acqua di qualsiasi entità e portata, e compresi gli oneri per tutte le puntellature, armature e manto di qualsiasi tipo, natura ed entità.

Nell'esecuzione del lavoro si potranno adottare gli stessi sistemi di scavo utilizzati per le gallerie, quali l'impiego di centinature, semplici o accoppiate, costituite da profilati o da strutture reticolari in ferro tondo, se è il caso integrate da provvisorie puntellature intermedie; il contenimento del cielo o delle pareti di scavo con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio con conglomerato cementizio lanciato a pressione con l'eventuale incorporamento di rete e centine metalliche; l'impiego di ancoraggi e bullonaggi, marciavanti e lamiera metalliche; l'uso di attrezzature speciali e di altre apparecchiatura meccaniche e in genere qualsiasi altro metodo di scavo a foro cieco.

Rivestimento per cunette e fossi di guardia

Elementi prefabbricati in c.a.v.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a $3,00 \text{ kg/m}^2$.

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale o a L , secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza pialla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m^3 di cemento.

Posti in opera su letto di materiale arido, perfettamente livellato e costipato, avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

Conglomerato cementizio, gettato in opera

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia sarà eseguito con conglomerato cementizio e cemento CEM II con $R_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e la sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

Muratura di pietrame

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m^3 di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

Cordonature

Le cordonature dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto esecutivo. Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.

Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$, interponendo uno strato di malta dosata a 400 kg/m^3 di cemento che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con $R_{ck} = 30$ MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa.

I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice, avranno sezione trapezoidale con basi di ____ e ____ cm ed altezza media di ____ cm, oppure con basi di ____ e ____ cm ed altezza media di ____ cm.

Nel caso di impiego di elementi prefabbricati, ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché dalla certificazione attestante le dimensioni dell'elemento. Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini. Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm che verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg/m³ di sabbia.

Sezione III - Impianti di illuminazione esterna

ART.65. Impianti elettrici in generale

Materiali e prescrizione di qualità dei materiali elettrici

I materiali da impiegare devono essere conformi alle leggi e regolamenti vigenti, in particolare:

D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.

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 della Comunità europea (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. del 15 dicembre 1978 - Designazione del comitato elettrotecnico italiano di normalizzazione elettrotecnica ed elettronica.

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 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.

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.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 - Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione.

D.Lg. 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 nullaosta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio.

Dovranno essere rispondenti alle norme CEI, UNI e alle tabelle di unificazione UNEL vigenti in materia ove queste, per detti materiali e apparecchi, risultassero pubblicate e corrispondere alle specifiche prescrizioni progettuali.

La rispondenza dei materiali e degli apparecchi dovrà essere attestata, ove previsto, dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ) o di contrassegno equipollente (**ENEC-03**).

Norme impianti elettrici

CEI 64-7 - Impianti elettrici di illuminazione pubblica.

CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori. Norme generali.

CEI 23-17 - Tubi protettivi pieghevoli autorinvenenti di materiale termoplastico autoestinguente.

CEI 17-13/1 - Quadri elettrici.

CEI 20-15 - Cavi isolati con gomma G1 con grado d'isolamento non superiore a 4 (per sistemi elettrici con tensione nominale sino a 1kV).

CEI 20-19 - Cavi isolati con gomma con tensione nominale U_0/U non superiore a 450/750V, fasc. 662.

CEI 20-22 - Prova dei cavi non propaganti l'incendio.

CEI 20-35 - Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco. Parte 1: prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale.

CEI 20-37 - Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici.

CEI 20-38 - Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 1 - tensione nominale U_0/U non superiore a 0,6/1 kV.

CEI 23-8 - Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro ed accessori, fasc. 335.

CEI 23-51 - Quadri di uso domestico e similari.

CEI 64-9 - Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare, fasc. 1020.

CEI 34-2 - Apparecchi d'illuminazione, fasc. 1348.

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 ed allontanati dal cantiere.

Eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali dovranno essere segnalate al direttore dei lavori.

Modalità di esecuzione degli impianti

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali.

In generale l'appaltatore dovrà seguire le indicazioni del direttore dei lavori in caso di problemi di interpretazioni degli elaborati progettuali.

Al termine dell'esecuzione degli impianti, l'appaltatore dovrà rilasciare l'apposito certificato di conformità previsto dalla legge n. 46/1990.

ART.66. Cavidotti

Esecuzione di cavidotti

I cavi interrati, secondo la norma **CEI 11-17**, art. 2.3.11, possono essere collocati nei seguenti modi:

- direttamente nel terreno;

- entro tubi;
- in condotti o cunicoli.

In tutti i casi i cavi dovranno essere muniti di guaina.

Posa direttamente nel terreno

I cavi posati direttamente nel terreno dovranno essere collocati ad almeno 50 cm di profondità ed essere dotati di protezione supplementare per evidenziarne la presenza. Tale protezione non è richiesta per i cavi realizzati con armatura metallica costituita da fili di spessore di almeno 0,8 mm.

I cavi dovranno essere posti su letto di sabbia o terra vagliata per evitare danneggiamenti al cavo durante la posa in opera e il successivo riempimento.

Posa entro tubazione interrata

I cavi posati direttamente nel terreno dovranno essere collocati ad almeno 50 cm di profondità ed essere dotati di protezione supplementare per evidenziarne la presenza.

Con riferimento alla norma **CEI 23-46**, in caso di impiego di tubazioni resistenti ad azioni meccaniche da normali attrezzi da scavo non è richiesta una profondità minima di collocazione.

Posa in condotti o cunicoli interrati

In caso di condotti o cunicoli interrati non è richiesta alcuna profondità minima di collocazione.

Distanze di rispetto dei cavi interrati

Le distanze di rispetto dei cavi interrati da altri cavi, tubazioni e strutture metalliche di altri servizi devono rispettare particolari distanze minime.

Distanza da cavi di telecomunicazione

In presenza di intersezione con cavi di telecomunicazione direttamente interrati, secondo la norma **CEI 11-17**, dovrà essere rispettata una distanza minima di almeno 30 cm, inoltre il cavo superiore dovrà essere protetto per almeno 100 cm. La protezione, realizzata in tubo o canaletta in acciaio inossidabile o zincato, dovrà avere uno spessore di almeno 2 mm. Per distanze inferiori a 30 cm dovrà essere realizzata la protezione anche per il tubo inferiore.

Nel caso di cavi paralleli dovrà essere rispettata la distanza minima di 30 cm.

Distanza da tubazioni metalliche

In presenza di intersezione con cavi di tubazioni metalliche direttamente interrati, secondo la norma **CEI 11-17**, dovrà essere rispettata una distanza minima di almeno 50 cm. Tale distanza potrà essere ridotta a 30 cm qualora il cavo venga interposto con un elemento separatore non metallico o altro materiale isolante.

Deve essere rispettata la distanza minima di 100 cm delle connessioni dall'intersezione tra le due tubazioni.

Nel caso di cavi paralleli dovrà essere rispettata la distanza minima di 30 cm. Il punto 4.3.02.b della **CEI 11-17**, adottando particolari accorgimenti, consente distanze inferiori.

Distanza da serbatoio contenente fluidi infiammabili

In presenza di serbatoi interrati contenenti fluidi infiammabili i cavi direttamente interrati devono distare almeno 10 cm dalle superfici esterne dei serbatoi.

Esecuzione di cavidotti lungo strade esistenti

L'esecuzione dei cavidotti lungo le strade esistenti dovrà essere eseguita con le seguenti modalità:

- il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in conglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliASFALTO munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità minima di 25 cm e gli spazi del manto stradale

- non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;
- esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nei disegni progettuali;
- fornitura e posa, nel numero stabilito nel progetto, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno di ____ mm, peso ____ g/m, per il passaggio dei cavi elettrici. Le giunzioni fra tubi e il collegamento dei tubi con pozzetti saranno eseguite mediante idonee sigillature;
- la posa delle tubazioni in plastica del diametro esterno di 100 mm verrà eseguita mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico a uno o a due impronte per tubi del diametro di 110 mm. Detti elementi saranno posati ad un'interdistanza massima di 1,50 m, al fine di garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo e assicurare in tal modo il completo conglobamento della stessa nel cassonetto di calcestruzzo;
- formazione di cassonetto in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo sarà superiormente lisciato in modo che venga impedito il ristagno d'acqua;
- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dalla direzione dei lavori. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dal termine del getto di calcestruzzo;
- le linee sotterranee in cavo dovranno essere poste almeno a 0,70 m dalla superficie del terreno e difese dalle varie eventuali sollecitazioni con adatte opere. Le derivazioni dovranno essere eseguite all'interno di appositi pozzetti.

ART.67. Pozzetti

Generalità

I pozzetti dovranno essere collocati in corrispondenza delle derivazioni, dei punti luminosi e dei cambi di direzione.

I chiusini dei pozzetti devono essere di tipo carrabile quando sono realizzati lungo strade o passi carrai.

Raggi di curvatura

Il raggio minimo di curvatura dei cavi privi di rivestimento metallico dovrà essere non inferiore a 12 volte il diametro esterno del cavo; per i cavi con rivestimento metallico il raggio dovrà essere almeno 14 volte il diametro.

Pozzetti con chiusino in ghisa

Nell'esecuzione dei pozzetti dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- formazione di platea in calcestruzzo dosata a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua;
- formazione della muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento;
- conglobamento, nella muratura di mattoni, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto; sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- formazione, all'interno dei pozzetti, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente lisciata;
- fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa, completo di telaio, per traffico incontrollato, luce netta 50 cm x 50 cm, peso ca. 90 kg, con scritta "Illuminazione Pubblica" sul coperchio;
- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati.

Pozzetto prefabbricato interrato

È previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile.

Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

ART.68. Blocchi di fondazioni - Pali di sostegno

Blocchi di fondazione dei pali

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nei disegni progettuali.

Dovranno inoltre essere rispettate le seguenti prescrizioni:

esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;

formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto;

esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;

fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica del diametro esterno di ____ mm per il passaggio dei cavi;

riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata;

sistemazione del cordolo in pietra eventualmente rimosso.

Per tutte le opere elencate nel presente articolo è previsto dall'appalto il ripristino del suolo pubblico.

Il dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate in progetto non darà luogo a nessun ulteriore compenso.

Pali di sostegno

I pali di sostegno delle lampade per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme **UNI-EN 40**. Dovrà curarsi il perfetto allineamento nel senso orizzontale, la perfetta posa in opera verticale in modo che la sommità di ogni sostegno venga a trovarsi all'altezza prefissata. È previsto l'impiego di pali d'acciaio di qualità almeno pari a quello Fe 360 grado B o migliore, secondo la norma **CNR-UNI 7070/82**, a sezione circolare e forma conica (forma A2 - norma **UNI-EN 40/2**) saldati longitudinalmente secondo la norma **CNR-UNI 10011/85**.

Tutte le caratteristiche dimensionali e i particolari costruttivi sono indicati nei disegni progettuali. In corrispondenza del punto di incastro del palo, nel blocco di fondazione dovrà essere riportato un collare di rinforzo della lunghezza di 40 cm, dello spessore identico a quello del palo stesso e saldato alle due estremità a filo continuo.

Per il fissaggio dei bracci o dei cordoli dovranno essere previste sulla sommità dei pali due serie di tre fori cadauna sfalsati tra di loro di 120° con dadi riportati in acciaio INOX M10 x 1 saldati prima della zincatura. Le due serie di fori dovranno essere poste rispettivamente a 5 cm ed a 35 cm dalla sommità del palo. Il bloccaggio dei bracci o dei cordoli per apparecchi a cima palo dovrà avvenire tramite grani in acciaio INOX M10 x 1 temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio INOX dei tipo X12 Cr13 secondo la norma **UNI 6900/71**.

Nei pali dovranno essere praticate due aperture delle seguenti dimensioni:

- un foro ad asola della dimensione 150 mm x 50 mm, per il passaggio dei conduttori, posizionato con il bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo;
- una finestrella d'ispezione delle dimensioni 200 mm x 75 mm; tale finestrella dovrà essere posizionata con l'asse orizzontale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del braccio o dell'apparecchio di illuminazione a cima-palo e collocata

dalla parte opposta al senso di transito del traffico veicolare, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra del livello del suolo. La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare oppure, solo nel caso sussistano difficoltà di collocazione della morsettiera e previo benestare del direttore dei lavori, con portello in rilievo, adatto al contenimento di detta morsettiera, sempre con bloccaggio mediante chiave triangolare.

Il portello deve comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interna IP 33 secondo norma **CEI 70-1**. La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II.

Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la norma **CEI 7-6 (1968)**.

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile, serie pesante, diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi, come da disegni "particolari". Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o cordoli zincati a caldo secondo norma **UNI-EN 40/4** ed aventi le caratteristiche dimensionali indicate nei disegni progettuali.

ART.69. Linee per energia elettrica

L'appaltatore dovrà provvedere alla fornitura e alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia.

Sono previsti cavi per energia elettrica identificati dalle seguenti sigle di designazione:

- cavi unipolari con guaina con sezione sino a 6 mm²:
 - cavo 1 x a UG5R-0,6/1 kV.
- cavi unipolari con guaina con sezione superiore a 6 mm²:
 - cavo 1 x a RG5R-0,6/i kV.
- cavi bipolari della sezione di 2,5 mm²:
 - cavo 2 x 2,5 UG5OR-0,6/1 kV.

Tutti i cavi saranno rispondenti alla norma **CEI 20-13** e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ o equivalente. Nelle tavole allegate sono riportati schematicamente, ma nella reale disposizione planimetrica, il percorso, la sezione ed il numero dei conduttori.

L'appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato negli elaborati progettuali, salvo eventuali diverse prescrizioni della direzione dei lavori.

Tutte le linee dorsali d'alimentazione, per posa sia aerea che interrato, saranno costituite da quattro cavi unipolari uguali. In alcune tratte terminali d'alimentazione saranno impiegati cavi tripolari con sezione di 2,5 mm². I cavi per la derivazione agli apparecchi di illuminazione saranno bipolari, con sezione di 2,5 mm².

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa; per i cavi unipolari la distinzione delle fasi e del neutro dovrà apparire esternamente sulla guaina protettiva. È consentita l'apposizione di fascette distintive ogni tre metri in nastro adesivo, colorate in modo diverso (marrone fase R; bianco fase S; verde fase T; blu chiaro neutro).

I cavi infilati entro pali o tubi metallici saranno ulteriormente protetti da guaina isolante.

ART.70. Cassette - Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare della sezione di 2,5 mm², sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II, tipo SGVP collocata nell'alloggiamento con transito nella medesima dei cavi unipolari di dorsale. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata e al neutro escludendo le restanti due fasi; per tratti di dorsali rilevanti dovrà essere previsto altresì un sezionamento dell'intera linea facendo transitare le tre fasi e il neutro in una cassetta di connessione collocata nell'asola di un palo secondo indicazione del direttore dei lavori.

Per le giunzioni o derivazioni su cavo unipolare, con posa in cavidotto, è previsto l'impiego di muffole tipo ____ o similare. Dette muffole dovranno essere posate esclusivamente nei pozzetti in muratura o prefabbricati.

Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato; tale guaina dovrà avere rigidità dielettrica ~ 10 kV/mm; il tipo di guaina isolante dovrà comunque essere approvato dal direttore dei lavori.

ART.71. Fornitura e posa degli apparecchi di illuminazione

Grado di protezione

Tutti gli apparecchi di illuminazione devono avere il grado di protezione interno minimo:

- apparecchi per illuminazione stradale "aperti" (senza coppa o rifrattore):
 - vano ottico = IP X 3;
 - vano ausiliari = IP23.
- apparecchi per illuminazione stradale "chiusi" (con coppa o rifrattore):
 - vano ottico = IP54;
 - vano ausiliari = IP23.
- proiettori su torri faro o parete (verso il basso) = IP65;
- proiettori sommersi = IP68.

Gli apparecchi dovranno altresì essere realizzati in classe II ed essere rispondenti all'insieme delle norme:

CEI 34-21 fascicolo n. 1034(1987) e relative varianti.

CEI 34-30 fascicolo n. 773 (1986) e relative varianti "proiettori per illuminazione".

CEI 34-33 fascicolo n. 803 (1986) e relative varianti "apparecchi per illuminazione stradale".

In ottemperanza alla norma **CEI 34-21**, i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti e dotati di lampade ed ausiliari elettrici rifasati. Detti componenti dovranno essere conformi alle norme CEI di riferimento.

Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori ed accenditori) della stessa casa costruttrice in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.

I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione devono essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento.

Prove

Tali apparecchi devono essere provati secondo le prescrizioni della norma **CEI 34-24** e si riterranno conformi quando la differenza tra le due tensioni di lampada (in aria libera ed all'interno dell'apparecchio) è inferiore a:

- 12 V per le lampade da 400 W bulbo tubolare chiaro;
- 7 V per le lampade da 400 W bulbo ellissoidale diffondente;
- 10 V per le lampade da 250 W (entrambi i tipi);
- 7 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo tubolare chiaro;
- 5 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo ellissoidale diffondente.

Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, ed in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 - Marcatura della norma **CEI 34-21**.

Requisiti per la prevenzione dell'inquinamento luminoso

Gli apparecchi di illuminazione dovranno avere caratteristiche per la prevenzione dell'inquinamento luminoso mediante l'uso di lampade *full cut-off* con vetro piano e trasparente. In particolare i corpi illuminanti posti in opera dovranno avere un'emissione nell'emisfero superiore (cioè con $\square\square\square\square 90^\circ$) non superiore allo 0% del flusso totale emesso. Apparecchi di illuminazione con valori superiori di emissione verso l'alto sino al massimo del 3% del flusso luminoso totale emesso, potranno, previa preventiva autorizzazione e a seguito di reali necessità impiantistiche, essere installati.

Documentazione tecnica

La documentazione tecnica dovrà comprendere la misurazione fotometrica dell'apparecchio, effettuata secondo le norme in vigore, sia in forma tabellare su supporto cartaceo che sotto forma di file standard.

Tale documentazione dovrà specificare tra l'altro:

- temperatura ambiente durante la misurazione;
- tensione e frequenza di alimentazione della lampada;
- norma di riferimento utilizzata per la misurazione;
- identificazione del laboratorio di misura;
- specifica della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
- nome del responsabile tecnico di laboratorio;
- corretta posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
- tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e classe di precisione.

Questi dati devono essere accompagnati da una dichiarazione sottoscritta dal responsabile tecnico di laboratorio che attesti la veridicità della misura.

Gli apparecchi devono inoltre essere forniti della seguente ulteriore documentazione:

angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale a cui deve essere montato l'apparecchio.

In genere l'inclinazione deve essere nulla (vetro di protezione parallelo al terreno);

diagramma di illuminamento orizzontale (curve isolux) riferito a 1.000 lumen;

diagramma del fattore di utilizzazione;

classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità luminose emesse rispettivamente a 90° (88°) ed a 80° rispetto alla verticale e alla direzione dell'intensità luminosa massima (I_{max}) sempre rispetto alla verticale.

Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, nell'ipotesi che non sia già stato definito nel disegno dei particolari, dovrà comunque essere approvato dal direttore dei lavori.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere di classe II e pertanto si dovrà porre la massima cura nell'esecuzione dei collegamenti elettrici affinché in essi sia mantenuto il doppio isolamento.

ART.72. Contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e protezione

L'appaltatore provvederà alla fornitura e posa presso il punto di consegna indicato dal progetto di un contenitore in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro del formato approssimativo di larghezza 70-75 cm, altezza da terra 140-150 cm, profondità 30-40 cm con grado di protezione interna minimo IP 54 (CEI 70-1).

Tale contenitore dovrà essere diviso verticalmente in due vani con aperture separate di cui una destinata a contenere il gruppo di misura installato dall'ente distributore; la relativa serratura di chiusura dovrà essere installata previo accordo con gli organismi territoriali competenti dall'ente medesimo. Il contenitore dovrà appoggiare su apposito zoccolo in calcestruzzo prefabbricato o realizzato in opera che consenta l'ingresso dei cavi sia del distributore dell'energia elettrica che dell'impianto in oggetto. Sono altresì a cura dell'appaltatore le opere murarie e di scavo per l'ingresso nel contenitore dei cavi dell'ente distributore.

Il secondo vano dovrà contenere le apparecchiature di comando, di sezionamento, e di protezione così come definite nello schema unifilare indicato nel disegno "particolari". L'apertura di tale vano dovrà essere munita di apposita serratura. Il quadro elettrico ivi contenuto dovrà essere realizzato con isolamento in classe II, come il resto dell'impianto di illuminazione.

Le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi alle corrispondenti norme CEI; in particolare i teleruttori dovranno avere le caratteristiche secondo la norma **CEI 17-3** fascicolo 252.

L'appaltatore dovrà altresì provvedere alla fornitura, posa e collegamento di un interruttore crepuscolare fotoelettrico adatto all'installazione esterna in posizione idonea e protetta da eventi accidentali o vandalici con le seguenti caratteristiche: classe di isolamento II, grado IP 54, valore di intervento $10 + 2$ Lux, carico massimo alimentare 5A.

Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto secondo norme **CEI 64-8** fascicolo 1.000 (giugno/1987) capitolo VI sezioni 1 e 3.

Il tipo di contenitore, le apparecchiature ivi contenute e il relativo quadro dovranno comunque avere la preventiva approvazione del direttore dei lavori.

ART.73. Impianto di terra – Dispersori

L'impianto non prevede la messa a terra degli apparecchi di illuminazione e delle altre parti metalliche, in quanto tutto il sistema sarà realizzato con doppio isolamento (classe II). Qualora, per particolari esigenze, venissero impiegati apparecchi di illuminazione sprovvisti di isolamento in classe II, oppure fosse necessario realizzare la protezione delle strutture contro i fulmini, occorrerà realizzare l'impianto di terra.

Gli apparecchi di illuminazione saranno collegati ad una terra di sezione adeguata, comunque non inferiore ai 16 mm², i conduttori di terra e di protezione avranno guaina di colore giallo-verde e saranno di tipo H07 V.

La linea dorsale sarà collegata al dispersore unico mediante conduttore isolato, della sezione minima di 16 mm² di tipo H07 V-R, protetto con tubazione nei tratti discendenti.

Tenendo conto che il dispersore sarà unico, sia per la protezione contro i fulmini che per la protezione contro i contatti indiretti, esso dovrà rispondere alle prescrizioni delle norme **CEI 81-1/1 1984, 64-8/1987 e 11-8/1989**.

I dispersori saranno del tipo a puntazza componibile, posati entro appositi pozzetti di ispezione di tipo carreggiabile, in resina rinforzata; tutti i dispersori dovranno essere collegati fra di loro.

Sia i dispersori a puntazza che i pozzetti di ispezione dovranno essere preventivamente approvati dalla direzione dei lavori.

Capitolo 7 - PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI

ART.74. Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio

Resistenza caratteristica

Agli effetti del punto 11.1 delle Norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 un conglomerato cementizio viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione. La resistenza caratteristica è definita come la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

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:

a) Valutazione preliminare di qualificazione

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio: aggregati, cementi, acque ed 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 (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.

b) Controllo di accettazione

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla direzione dei lavori durante l'esecuzione delle opere, si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali: 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.

c) Prove complementari

Comprende 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.

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.

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 quelle stabilite dal progetto e garantite in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nel:

- 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 111.1.

Tabella – Confronto tra il controllo A e B

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_l \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$ (N. prelievi 3)	$R_m \geq R_{ck} + 1,48 s$ (N. prelievi ≥ 15)
Ove: R_m = resistenza media dei prelievi (N/mm ²); R_l = 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.

Controllo tipo A

Il controllo di tipo A è riferito a un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto di calcestruzzo va comunque effettuato almeno un prelievo.

Siano R_1 , R_2 , R_3 le tre resistenze medie di prelievo, con:

$$R_1 \leq R_2 \leq R_3$$

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Il controllo è positivo e il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le seguenti disuguaglianze:

$$R_m \geq R_{ck} + 3,5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

in cui:

$$R_m = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$$

Controllo Tipo B

Nelle costruzioni con più di 1.500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1.500 m³ di conglomerato. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1.500 m³.

Il controllo è positivo e il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le disuguaglianze:

$$R_m \geq R_{ck} + 1,48 s \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

essendo R_m la resistenza media dei 15 o più prelievi, R_l il valore minore dei 15 o più resistenze di prelievo ed s lo scarto quadratico medio.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione di risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valore medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio).

Per calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,2 occorrono controlli molto accurati, anche in opera.

Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo

Il direttore dei lavori deve procedere direttamente al prelievo dei campioni necessari per le prove di accettazione che devono essere effettuate da uno dei laboratori iscritti all'Albo dei laboratori ufficiali depositato presso il Servizio tecnico centrale del Ministero delle infrastrutture e trasporti di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Il laboratorio provvede alla maturazione e alla conservazione dei provini per la determinazione della resistenza a compressione fino allo scadere del tempo previsto dal direttore dei lavori, secondo quanto indicato dalla norma **EN 12390**.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del direttore dei lavori, o di un tecnico di sua fiducia, che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc. La certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

L'opera o la parte di opera non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente rimossa dal direttore dei lavori, il quale deve procedere a una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine. Qualora gli ulteriori controlli confermino i risultati ottenuti, si dovrà procedere a un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero soddisfacenti, si può dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento o demolire l'opera stessa.

I "controlli di accettazione" del calcestruzzo sono obbligatori per il direttore dei lavori.

Prove complementari

Le prove complementari si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione; tali prove non potranno però essere sostitutive dei «controlli di accettazione» che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari. Esse potranno servire al direttore dei lavori per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il «controllo di accettazione».

Prelievo ed esecuzione della prova a compressione

Prelievo di campioni

Il prelievo di campioni di calcestruzzo deve essere eseguito dalla direzione dei lavori, che provvede ad identificare i provini mediante sigle ed etichette e a custodirli in idoneo locale 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 3 prelievi di 2 cubetti ciascuno.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la «resistenza di prelievo», che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

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.

Dimensioni dei provini

La forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo per le prove di resistenza meccanica sono previste dalle **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 3 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 2 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 $\pm 0.000 \cdot 6d$ (b).

Confezionamento dei provini

Il calcestruzzo entro le forme o cubiere deve essere opportunamente assestato e compattato per strati secondo le prescrizioni della **UNI 12390-2**, utilizzando uno dei seguenti metodi:

- barra d'acciaio a sezione quadra (25 mm x 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 rigello 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.

Caratteristiche delle casseformi calibrate per provini

Le casseformi calibrate per il confezionamento dei provini di calcestruzzo cubici, cilindrici e prismatici, secondo la **UNI EN 12390-1**, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

Preferibilmente devono impiegarsi casseforme in acciaio o in ghisa, 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 a 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 corrispondono a quelli previsti dalla **UNI EN 12390-1**

Marcatura dei provini

Il direttore dei lavori deve contrassegnare mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., i provini di calcestruzzo. Tali dati devono essere annotati nel verbale di prelievo ai fini dell'individuazione dei campioni ed 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.

Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere

Il verbale di prelievo dei cubetti di calcestruzzo, che deve essere eseguito in cantiere dal direttore dei lavori in contraddittorio con l'impresa per l'esecuzione di prove presso laboratori ufficiali, deve contenere le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- requisiti di progetto del calcestruzzo;
- modalità di posa in opera;
- identificazione della betoniera;
- data e ora del prelevamento;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- marcatura dei provini;
- modalità di compattazione nelle casseforme: barra d'acciaio a sezione 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 conservazione dei provini di calcestruzzo.

Il verbale di prelievo deve essere firmato dal direttore dei lavori e da un rappresentante qualificato dell'impresa esecutrice.

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.

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 h dopo il confezionamento in cantiere.

Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla **UNI EN 12390-2** devono essere opportunamente annotate sul verbale.

I provini di calcestruzzo devono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura almeno 2 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 3 e 7 giorni o minori, è necessario l'imballaggio dei provini in segatura o sabbia umida.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la «resistenza di prelievo», che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

Resoconto della prova di compressione

I certificati emessi dai laboratori ufficiali prove, come previsto dal punto 11.1.5.3 delle Norme tecniche, devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una 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 dei 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.75. Controlli sul calcestruzzo fresco

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 sotto elencati 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 Vebe;
- misura dello spandimento.

Le linee guida sul calcestruzzo strutturale raccomandano di interpretare con cautela i risultati delle misure quando i valori misurati cadono al di fuori dei seguenti limiti:

Abbassamento al cono < 10 mm > 210 mm

Tempo Vebe < 5 secondi > 30 secondi

Indice di compattabilità < 1,04 > 1,45

Spandimento < 340 mm > 620 mm

Tabella – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dell’abbassamento al cono, espresso in mm

Classe di consistenza	Abbassamento	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	---

Fonte: Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996

Tabella – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante il metodo Vebe, con il tempo espresso in secondi [s]

Classe di consistenza	Tempo Vebe
V0	≥ 31
V1	da 30 a 21
V2	da 20 a 11
V3	da 10 a 6
V4	da 5 a 3

Fonte: Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996

Tabella – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dello spandimento, espresso in mm

Classe di consistenza	Spandimento
FB1	≥ 340
FB2	da 350 a 410
FB3	da 420 a 480
FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	≥ 630

Fonte: Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996

Tabella – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante dell’indice di compattabilità

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

Fonte: Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996

Controllo della composizione del calcestruzzo fresco

La prova prevista dalla **UNI 6393** 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 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.A**.

Al metodo di controllo della composizione del calcestruzzo fresco è attribuita una precisione di circa il 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 dell'aggregato 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.76. Altri controlli sul calcestruzzo in corso d'opera

Le prescrizioni normative

Nel caso in cui le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo ai valori di resistenza determinati nel corso della qualificazione della miscela, o si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere a una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso prove non distruttive. Tali prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione.

Il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera (definito anche come valore attuale) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi. È accettabile un valor medio, misurato con tecniche opportune (distruttive e non distruttive) e debitamente trasformato in resistenza cubica, non inferiore all'85% di R_{ck} . Per la modalità di determinazione della resistenza in situ si potrà fare riferimento alle norme **EN 12504-1** e **2**.

Misura dell'indice di maturità del calcestruzzo

Il grado di maturazione del calcestruzzo viene misurato con strumenti detti *maturometri* che registrano e controllano la temperatura in funzione del tempo.

I valori di misura del grado di maturità, rilevati direttamente in *situ*, e correlati con valori diretti di resistenza alla compressione e di maturità di impasti di prova effettuati precedentemente in laboratorio, possono fornire un'indicazione affidabile e continua per la stima della resistenza del calcestruzzo della struttura.

Tale metodo, consentendo una valutazione a priori della resistenza del calcestruzzo, può evitare la messa in esercizio dell'opera che altrimenti potrebbe, successivamente all'effettuazione dei controlli di accettazione previsti dalle norme, risultare non accettabile e tale da richiedere la dequalificazione, ove possibile, ovvero il consolidamento o la demolizione dell'opera realizzata.

Misura del ritiro idraulico/rigonfiamento del calcestruzzo

Il fenomeno delle variazioni dimensionali delle strutture in c.a. è influenzato dalle condizioni ambientali in cui avviene la maturazione del calcestruzzo e si manifesta con:

il ritiro per le strutture a contatto con l'aria avente una percentuale di umidità relativa minore del 95%. La causa è dovuta al ritiro della pasta cementizia;

il rigonfiamento per le strutture immerse in acqua o in ambienti con umidità relativa maggiore del 95%.

La conoscenza del grado di ritiro idraulico del calcestruzzo è importante in quanto il processo, parzialmente reversibile, sottopone a tensioni di trazione le strutture favorendo quindi la formazione di fessurazioni con gli effetti negativi riguardanti la protezione dell'armatura metallica. In alcune strutture come le lastre delimitanti ambienti con diversa percentuale di umidità relativa si possono verificare anche fenomeni di imbarcamento. La formazione di stati

di fessurazioni deve essere evitata e/o ridotta mediante la realizzazione di appositi giunti di dilatazione.

L'entità del ritiro assiale viene misurato, in laboratorio, con l'utilizzo di casseforme delle dimensioni di 100 mm x 100 mm x 500 mm, idonee per provini di calcestruzzo confezionato con inerti fino a 30 mm di diametro. La cassaforma è in acciaio con superfici interne rettificate, fornita con due inserti all'estremità. Il ritiro deve essere misurato con un comparatore con sensibilità di 0,01 mm.

Norme di riferimento

UNI 6555 - Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima fino a 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.

UNI 6687 - Malta normale. Determinazione del ritiro idraulico. Prova di laboratorio.

UNI 7086 - Calcestruzzo confezionato con inerti con dimensione massima oltre 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.

UNI EN 680 - Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC). Determinazione del ritiro da essiccamento.

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

Misura della permeabilità

La permeabilità di un calcestruzzo è prescritta, in termini di livello di prestazione, dal progettista come profondità di penetrazione.

Le modalità di misurazione della penetrazione dell'acqua in un calcestruzzo, in condizioni convenzionali, sono descritte nella **UNI EN 12390-8**. Un calcestruzzo si considera impermeabile se fornisce valori massimi non superiori a 50 mm e valori medi non superiori a 20 mm.

Per l'esecuzione di prove di permeabilità del calcestruzzo in situ si possono applicare i seguenti metodi:

- ISAT: la prova consiste nel fissare mediante adesivo o tasselli ad espansione una capsula riempita d'acqua alla superficie di calcestruzzo, e misurare mediante un tubicino capillare graduato la quantità d'acqua assorbita in 10 minuti sotto un battente di 200 mm d'acqua nel tempo sopradetto. Gli assorbimenti vengono classificati in bassi, medi e alti;
- Figg: la prova si basa sull'aspirazione mediante pompa e ago ipodermico dell'aria da un foro ottenuto con un trapano e successivamente sigillato con silicone; l'indice di permeabilità è ottenuto in relazione al tempo necessario per ripristinare la pressione all'interno del foro.

Norme di riferimento

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

DIN 1048 - Test methods for concrete.

UNI 9525 - Calcestruzzo. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per immersione sottovuoto.

UNI 9526 - Calcestruzzo. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per capillarità.

ART.77. Altri controlli sul calcestruzzo indurito

Controlli distruttivi

Prove di trazione diretta

La prova è eseguita sottoponendo a trazione un provino prismatico, avente $L \geq d$ dove d è la massima dimensione trasversale ed L la lunghezza.

Le facce del provino sono incollate, mediante resine epossidiche, a due testate metalliche che, esercitando uno sforzo di trazione, ne provocherà la rottura. Quest'ultima dovrebbe verificarsi all'incirca nella mezzeria del provino. Questa prova non ha impiego frequente e ha un valore puramente teorico, in quanto difetti locali e piccole eccentricità del carico hanno grande rilevanza sul valore della resistenza a trazione.

Prova di trazione indiretta o prova brasiliana

La prova è eseguita posizionando il provino cilindrico fra due piani di una pressa, previa interposizione di un elemento che consenta la concentrazione del carico lungo le due generatrici diametralmente contrapposte del provino.

Prova a trazione per flessione

La prova è eseguita provocando la rottura per flessione di un provino prismatico considerato come trave appoggiata su due punti e soggetto a un carico concentrato applicato in mezzeria o a due carichi concentrati applicati entrambi ad un terzo della luce a partire dagli appoggi.

La resistenza è calcolata dividendo il valore del momento flettente di rottura per il modulo di resistenza a flessione della sezione del provino.

I risultati della prova di flessione, per il tipo di sollecitazione indotta, non sono confrontabili con i risultati della prova di trazione diretta e risultano mediamente pari al doppio di quelli che si otterrebbero dalla prova di trazione diretta.

La norma di riferimento è la **UNI EN 12390-5** – “Prova sul calcestruzzo indurito. Resistenza a trazione dei provini”.

Misura del modulo di elasticità

Le norme tecniche per il modulo elastico istantaneo E_c del calcestruzzo impongono che venga assunto quello secante tra la tensione nulla e $0,50 R_{cm}$ determinato sulla base di apposite prove sperimentali da eseguirsi secondo la norma **UNI 6556**. In sede progettuale si può assumere il seguente valore:

$$E_c = 11000 R_{cm}^{1/3} (N/mm^2)$$

La relazione non è applicabile ai calcestruzzi maturati a vapore. Essa inoltre non è da considerarsi vincolante nell'interpretazione dei controlli sperimentali delle strutture.

Tabella -Modulo elastico istantaneo E_c del calcestruzzo secondo la resistenza

Tabella 1 Modulo elastico istantaneo E _c del calcestruzzo secondo la resistenza							
E _c	Classe del calcestruzzo [N/mm ²]						
	15	20	25	30	35	40	50
	22.070	25.490	28.500	31.220	33.720	36.050	40.300

L'E/C2 propone la seguente espressione per il modulo di elasticità secante E_{cm} :

$$E_{cm} = 9500 f_c^{\frac{2}{3}} (N/mm^2)$$

a cui corrisponde il valore tangente all'origine:

$$E_c = 1,2 \cdot E_{cm} \approx 11000 f_c^{\frac{2}{3}} (N/mm^2)$$

dove f_c è la resistenza media compressione.

Tabella - Modulo elastico secante E_{cm} del calcestruzzo secondo la resistenza caratteristica (E/C2)

Classe del calcestruzzo [N/mm²]									
E _{cm}	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
	26.000	27.500	29.000	30.500	32.000	33.500	35.000	36.000	37.000

Tali valori si riferiscono a calcestruzzi stagionati per 28 giorni in condizioni normali ($T = 20^\circ C$; U.R. > 90%) e confezionati con inerte prevalentemente siliceo. Nel caso dell'analisi delle caratteristiche di deformabilità in condizioni statiche o della modellazione dinamica di una

struttura è consigliabile ricorrere a prove su campioni di calcestruzzo specifico, confezionato con i materiali e nelle proporzioni impiegate.

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. Il carotaggio è un'operazione localmente distruttiva che si rende necessaria su strutture di nuova costruzione in caso di non conformità dei controlli di qualità previsti ovvero durante le attività di collaudo, quando il numero di campioni prelevato durante l'esecuzione dell'opera non risultasse rispondente ai minimi previsti; su strutture in esercizio invece il carotaggio si rende necessario ogni qualvolta si deve procedere alla verifica statica dell'opera, ovvero si deve prevedere un cambio di destinazione d'uso, con aumento di capacità portante.

L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori vanno sempre ripristinati con malte espansive, a ritiro compensato.

La resistenza meccanica del calcestruzzo ricavata dalla carota prelevata in opera differisce sostanzialmente dal valore cubico convenzionale, confezionato e stagionato in condizioni standard (**UNI EN 12390-2**). L'estrapolazione dal valore di resistenza a compressione della carota a quello cubico deve pertanto considerare diversi fattori, dei quali si citano i principali:

- fattore geometrico, cilindrico/cubico, variabile fra 1.25 (R_{ck} 15) 1.2 (R_{ck} 60) secondo la **UNI EN 206-1**;
- dimensioni del getto, compattazione, stagionatura, variabile fra 1.05 e 1.20;
- disturbo del campione durante il prelievo (tormento), compreso fra 1.05 e 1.2.

Estrazione dei provini

L'estrazione dei provini di calcestruzzo, indurito, con almeno 28 giorni di stagionatura può essere eseguita con:

- macchine carotatrici rigidamente ancorate alla struttura, in maniera da evitare stati di coazione non quantificabili, raffreddate ad acqua, con carotiere con corona diamantata. I diametri commerciali variano fra 50 mm e 200 mm, fermo restando che la norma **UNI EN 12504-1** prescrive che il diametro del campione non sia minore di 3 volte il diametro massimo dell'inerte;
- sega a disco diamantato, utilizzata per l'estrazione di campioni da lastre di rivestimento, muri, pavimentazioni stradali, ecc.

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.

Norme di riferimento

UNI EN 12504-1 - Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote. Prelievo, esame e prova di compressione.

UNI 10766 - Calcestruzzo indurito. Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ.

Verbale di prelevamento dei campioni di calcestruzzo indurito

Il verbale di prelievo dei campioni calcestruzzo indurito deve contenere le seguenti indicazioni:

- 1) località e denominazione del cantiere;
- 2) posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- 3) forma e dimensione dei provini;
- 4) numero e sigla di ciascun campione;
- 5) data del getto;
- 6) data del prelievo delle carote;
- 7) modalità di estrazione e utensile impiegato.

Calcolo della resistenza del calcestruzzo

I risultati delle prove di compressione ottenuti da provini cilindrici prelevati in opera mediante carotaggio non coincidono con i valori della resistenza a compressione del calcestruzzo ricavata da provini cubici confezionati al momento del getto e stagionati in condizioni controllate di umidità e temperatura.

Le differenze di resistenza a compressione sono riconducibili a molteplici fattori, fra i quali:

- le modalità di esecuzione del getto e la conseguente diversa compattazione del calcestruzzo nell'elemento strutturale;
- la diversità geometrica tra provini cubici e cilindrici;
- l'influenza del prelievo, dove la scasseratura del provino cubico è praticamente ininfluenza ai fini della resistenza finale mentre l'asportazione della carota dalla struttura, con utensile meccanico, determina un disturbo (tormento) sul campione prelevato.

Per tenere conto di tali influenze si dovrà utilizzare la procedura di seguito descritta.

L'affidabilità della stima della resistenza caratteristica del conglomerato cementizio si dovrà basare sul numero di provini n il cui diametro, di norma non inferiore a 100 mm, dovrà essere compreso tra 2,5 e 5 volte il diametro massimo dell'aggregato impiegato.

Il rapporto \square tra l'altezza e il diametro del provino cilindrico è: $\square = 1,0$. Per i provini cubici, ricavati dalle strutture, si assume: $\square = 1,0$.

Per ogni lotto di conglomerato di 100 m³, o frazione, di conglomerato cementizio, omogeneo, indagato n dovrà essere non inferiore a 4 (quattro).

Siano R_i i valori di resistenza alla compressione ottenuti dalle prove di compressione eseguite sui provini ricavati dalle strutture, la corretta interpretazione di questi risultati prevede di estrapolare i valori di R_i al valore convenzionale R_{ck} determinato su provini cubici confezionati e stagionati in condizioni standard. Il percorso che dovrà essere seguito viene illustrato nel seguito.

Si consideri una fascia di confidenza, per il campione sperimentale considerato, del 95%; da questo dato è possibile stimare l'attendibilità dei risultati con la relazione che segue:

$$\pm 12\% / (n)^{1/2}$$

Il valore stimato della resistenza media del lotto di conglomerato cementizio indagato risulta:

$$R_{i,m} = (1 - (12\% / (n)^{1/2})) \square R_i / n$$

dove:

$R_{i,m}$ = resistenza media stimata del lotto di conglomerato cementizio;

n = numero dei provini relativi al lotto di conglomerato cementizio indagato;

R_i = resistenza cubica del singolo provino prelevato.

Per determinare R_{pot} , valore caratteristico estrapolato dai valori R_i , si devono considerare correttamente le differenti condizioni di confezionamento e maturazione previste per i campioni standard, dai quali si ricava il valore caratteristico R_{ck} , rispetto alle condizioni riservate ai campioni prelevati in opera, e soprattutto l'influenza del disturbo arrecato ai campioni dalle operazioni di prelievo dalle strutture. A tal fine la resistenza R_i dovrà essere incrementata di un coefficiente \square , assunto pari a 1,20.

Pertanto se:

$$R_{pot} = \square \cdot R_{i,m} - 3,5 \text{ N/mm}^2 > R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera è conforme a quella prevista in progetto;

se invece:

$$R_{pot} = \square \cdot R_{i,m} - 3,5 \text{ N/mm}^2 < R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera non è conforme a quella prevista nel progetto ed in tal caso la direzione dei lavori, sentito il progettista, si riserva di prevedere, a cura e spese dell'Impresa, altre attività sperimentali integrative e/o di procedere a una verifica statica con il valore ridotto, potenziale, R_{pot} della resistenza caratteristica. Se l'esito di tali attività sperimentali fosse positivo la direzione dei lavori provvederà a

contabilizzare il calcestruzzo in base alla classe di resistenza più bassa e più prossima alla resistenza caratteristica trovata. Nel caso che il valore ridotto, potenziale, R_{pot} della resistenza caratteristica non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, la direzione dei lavori disporrà, a cura e spese dell'Impresa, la demolizione ed il rifacimento dell'opera.

I prelievi e le prove di compressione sulle carote o sui cubi dovranno essere eseguite esclusivamente presso un laboratorio scelto fra quelli contenuti nell'Albo dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380 /2001.

I risultati ottenuti dovranno essere registrati su apposito verbale che, redatto in contraddittorio con l'Impresa, dovrà contenere anche l'ubicazione dei prelievi e le note di commento della direzione dei lavori.

Durante il prelievo dalle strutture, per evitare di tagliare i ferri delle armature provocando inutili danneggiamenti è opportuno ricorrere all'impiego di particolari rilevatori che permettono di individuare agevolmente i materiali ferromagnetici, quali sono le barre di armatura.

Norme di riferimento

UNI 10766 - Calcestruzzo indurito. Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ.

Metodo di estrazione (Pull-Out)

La prova di estrazione (*pull-out*), che può considerarsi una prova di tipo semidistruttivo, è utilizzata per determinare le proprietà meccaniche del calcestruzzo in opera; mediante l'impiego di una curva di taratura è possibile stimare la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera.

Le prove possono essere attuate in due maniere:

tasselli pre-inglobati: nel getto di calcestruzzo viene inserito un inserto di acciaio, misurando successivamente la forza di estrazione dal calcestruzzo indurito secondo le modalità previste dalla norma **UNI EN 12504-3**. La prova è utilizzata soprattutto per il controllo delle strutture prefabbricate e nella costruzione di carte di controllo della resistenza di elementi strutturali in c.a.p. in fase di tesatura di cavi;

tasselli post-inseriti: nella struttura in c.a., mediante foratura con trapano, viene inserito un tassello ad espansione, misurando successivamente la forza di estrazione dal calcestruzzo indurito secondo le modalità previste dalla norma **UNI 10157**.

Gli inserti metallici possono essere del tipo ad espansione forzata o ad espansione geometrica; la profondità utile dell'inserto non deve essere minore di 35 mm.

Il numero minimo di tasselli deve essere di tre per ogni punto di prova.

Norme di riferimento

UNI EN 12504-3:2005 - Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Parte 3: Determinazione della forza di estrazione.

Prova di aderenza (Pull-Off)

Il metodo *pull-off* si basa sull'utilizzo di un disco d'acciaio con bullone di trazione che viene incollato sulla superficie del calcestruzzo mediante adesivo a base di resina epossidica, bicomponente ad indurimento rapido e previa esecuzione di un'incisione della zona con punta diamantata fissata a un trapano. Dopo l'indurimento del collante viene applicata una forza di trazione mediante un martinetto agganciato al nodo sferico del bullone di trazione.

La prova è ritenuta idonea per il controllo periodico delle strutture, per l'analisi dei danni riportati dalle superfici in calcestruzzo, per la misura dell'aderenza di intonaci e malte su superfici in calcestruzzo, per il controllo del grado di adesione di rivestimenti isolanti a strutture di ponti e dell'efficacia dell'adesione al substrato di rivestimenti anticorrosivi e di finiture pittoriche.

Metodo di penetrazione (sonda Windsor)

La sonda di Windsor è un metodo penetrometrico e consiste nella penetrazione di una sonda sparata nel materiale oggetto dell'indagine da una pistola a mezzo di una carica calibrata.

L'equipaggiamento tipo richiesto da questa metodica consiste di una pistola, di cartucce calibrate, di sonde di metallo temprato e geometria nota, di sonde di Windsor, di un calibro e di altri attrezzi secondari connessi con le operazioni di prova.

Nel calcestruzzo in opera la prova viene eseguita con tre sonde, sparate grazie ad una speciale dima munita di tre fori posti ai vertici di un triangolo equilatero, di lato 177 mm (7 in), la media dei tre valori sarà il valore unico, caratteristico di quella posizione. Le singole lunghezze di infissione sono misurate con l'ausilio di un calibro e di una piastrina di riscontro.

Norme di riferimento

ASTM C 803 - Penetration Resistance of Hardened Concrete.

Controlli non distruttivi

Prove sclerometriche

La prova è molto semplice può rivelarsi particolarmente utile in virtù dell'assenza di danneggiamento della struttura durante la prova.

L'impiego va però regolamentato con una procedura che garantisca le parti, direzione dei lavori ed impresa, nell'interpretazione dei risultati; si dovrà pertanto realizzare una curva di taratura con almeno cinque diversi rapporti a/c e un numero di cubetti compreso fra 30 e 60, tali comunque da comprendere tutte le classi di resistenza impiegate per la produzione degli elementi in c.a.p.; ultimate le strutture e prima della consegna ogni trave/pilastro verrà testata con il metodo sclerometrico (**UNI EN 12504-2**), in almeno sei punti, la curva di taratura; i certificati delle prove sclerometriche saranno consegnati al collaudatore che sulla scorta di questi risultati sperimentali potrà autonomamente procedere alla verifica in situ delle strutture poste in opera.

Rilievi microsismici o ad ultrasuoni

Il metodo ad ultrasuoni utilizza impulsi con frequenza variabile da 50 a 150 kHz, generati e registrati da circuiti elettrici. L'attrezzatura di prova consiste di un generatore degli impulsi meccanici che si trasmettono nel calcestruzzo, e di un ricevitore che riceve ed amplifica il segnale e fornisce il valore rilevato del tempo di transito.

Gli impulsi, a voltaggio continuo, sono generati elettronicamente e trasformati in treni d'onda di energia meccanica da un trasduttore trasmettitore che deve aderire perfettamente alla superficie del calcestruzzo; l'adesione sarà realizzata con un idoneo mezzo accoppiante: grasso, stucco, gel, ecc.

Le condizioni climatiche ed operative durante le prove possono influenzare i risultati e devono perciò essere monitorate, inoltre poiché l'intervallo della velocità degli impulsi, relativo alle resistenze correnti del calcestruzzo, è relativamente piccolo, si dovrà usare, specie nelle prove in situ, particolare cura nelle operazioni di prova.

Per il calcestruzzo si usano trasduttori con frequenza oscillanti fra i 20 ed i 150 kHz e sono molto diffusi anche i trasduttori piezoelettrici.

Poiché sono le proprietà elastiche del calcestruzzo quelle che influenzano la velocità delle onde, nell'interpretazione dei risultati si cercherà di correlare il modulo elastico con la resistenza.

Norme di riferimento

UNI EN 12504-4:2005 - Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici.

UNI 9742 - Valutazione della deformazione ciclica progressiva in componenti esposti ad elevata temperatura in presenza di sisma.

UNI 9771 - Calcestruzzo indurito. Determinazione della frequenza fondamentale di risonanza flessionale, estensionale e torsionale.

Metodo delle correnti indotte

L'applicazione del metodo delle correnti indotte (*Eddy Currents Testing*, ECT) potrà essere richiesto dal direttore dei lavori all'appaltatore per:

- la determinazione dell'integrità di tubazioni e delle parti saldate;
- la misura dello spessore di rivestimenti;
- la determinazione dell'integrità di cavi conduttori e la localizzazione dei fili danneggiati;
- il rilevamento di inclusioni metalliche in materiali non metallici;
- la misura della conduttività elettrica;
- l'identificazione e la discriminazione di leghe metalliche;
- la misura della permeabilità magnetica e dell'effetto di trattamenti termici su di essa.

Norme di riferimento

UNI EN 12084:2003 - Prove non distruttive. Controllo mediante correnti indotte. Principi generali e linee guida.

UNI EN 13860-1:2003 - Prove non distruttive. Controllo mediante correnti indotte. Caratteristiche dell'apparecchiatura e modalità di verifica. Caratteristiche della strumentazione e modalità di verifica UNI.

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo

L'idoneità di agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo verticali o orizzontali dovrà essere verificato con le seguenti prove:

- adesivi applicati a spatola: prova a scorrimento;
- adesivi strutturali iniettabili: prova di comprimibilità.

Norma di riferimento

UNI EN 1799 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Prove per misurare l'idoneità degli agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo.

ART.78. Rilevazione del copriferro

L'entità minima del copriferro, per i diversi elementi strutturali in c.a., è stabilita dalle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Comunque la superficie dell'armatura resistente principale, per le varie sollecitazioni prevalenti, deve distare dalle facce esterne del conglomerato cementizio di almeno 20 mm.

Tali misure vanno congruentemente aumentate in funzione della porosità del calcestruzzo, dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità dell'armatura alla corrosione.

ART.79. Metodi di prova per acciaio per cemento armato normale precompresso

L'accertamento delle proprietà meccaniche dell'acciaio deve essere determinato in conformità delle seguenti norme:

- **UNI EN ISO 15630-1:2004** - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato.
- **UNI EN ISO 15630-2:2004** - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

- **UNI EN ISO 15630-3:2004** - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 3: Acciaio per calcestruzzo armato precompresso.

ART.80. Prove non distruttive sulle murature in situ

Generalità

Negli interventi di consolidamento, di recupero strutturale e di monitoraggio di manufatti in muratura, ponti, edifici storici e monumentali, fabbricati è opportuno prevedere un approccio sperimentale, con tecniche di indagine di tipo non distruttivo o localmente distruttivo.

Le indagini eseguite con l'obiettivo della verifica statica e della stima dell'efficienza e della sicurezza consentono di conoscere le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche del paramento murario, di quantificare e di individuare rispettivamente le condizioni e le cause del degrado, riconducibili, nella gran parte dei casi, all'alterazione chimico-fisica della malta, dei mattoni e dei lapidei per effetto dell'azione degli agenti atmosferici, delle acque meteoriche, dell'inquinamento ambientale, degli interventi antropici.

Termografia

La termografia consiste nel registrare la radiazione emessa nel campo delle radiazioni infrarosse, in conseguenza del riscaldamento, anche artificiale, del mezzo indagato.

L'indagine viene eseguita riprendendo la superficie in oggetto con un dispositivo, che opera sulle lunghezze d'onda caratteristiche dell'infrarosso, simile a una telecamera, e che consta di un sistema ottico ed elettrico in grado di convertire in segnale elettrico l'intensità della radiazione ricevuta.

La registrazione dell'emissione viene visualizzata su un monitor di tipo televisivo e le immagini, elaborate da un computer, vengono restituite con differenti tonalità cromatiche, proporzionali alle diverse temperature e alla superficie delle murature indagate.

Per l'interpretazione dei risultati dell'indagine termografica è necessaria la conoscenza delle caratteristiche di emissione, riflessione ed assorbimento dei materiali componenti la struttura in esame. A tal fine il parametro di riferimento più utilizzato è il fattore di remissività: $0.85 \div 0.95$.

Indagine radar

La tecnica utilizza le onde elettromagnetiche di alta frequenza emesse da un'antenna con impulsi di breve durata che, inviate verso la parete, vengono riflesse in relazione alla capacità dielettrica del materiale, captate da un'antenna e successivamente trasformate in impulsi elettrici.

Il metodo è solitamente impiegato per individuare nelle murature la presenza di cavità, tubazioni, canne fumarie ed umidità.

Determinazione caratteristiche meccaniche delle murature mediante martinetti piatti

Le indiscusse difficoltà legate al prelievo di campioni rappresentativi di muratura, sui quali eseguire la determinazione delle caratteristiche meccaniche e di deformabilità della muratura e la stima dello stato tensionale, hanno favorito una notevole diffusione della tecnica dei martinetti piatti, impiegata in origine, per le medesime finalità, negli ammassi rocciosi. Un ulteriore impiego dei martinetti piatti è quello di lasciarli all'interno della muratura durante gli interventi di consolidamento e considerarli come celle di pressione, rendendo in tal modo possibile rilevare sulle strutture murarie, tempestivamente ed in corso d'opera, il determinarsi imprevisto di trasferimenti di carico provocati dagli interventi di consolidamento.

Una prova completa, con l'inserimento del primo martinetto, le misure di convergenza, il successivo inserimento del secondo martinetto, i relativi cicli di carico/scarico, può essere eseguita nell'arco di 5 ÷ 6 ore.

Prova con martinetto piatto singolo. Rilievo dello stato tensionale di esercizio

La prova con martinetto piatto singolo viene eseguita con un singolo martinetto e permette di rilevare lo stato di sollecitazione locale presente nella muratura, misurando la variazione dello stato tensionale, indotta da un taglio, piano, di limitate dimensioni eseguito in direzione ortogonale al paramento murario.

Il rilascio delle tensioni determina la parziale chiusura del taglio; l'entità degli spostamenti viene accertata con misure di convergenza su coppie di punti, preliminarmente disposti in posizione simmetrica rispetto al taglio. Si inserisce a tal punto uno speciale martinetto piatto che, collegato a un circuito idraulico, permette di applicare gradualmente quelle pressioni in grado di annullare la deformazione innescata dal taglio.

La normativa di riferimento è la **ASTM C 1196**.

Prova con martinetto piatto doppio. Determinazione delle caratteristiche di deformabilità

Questa prova, complementare alla precedente, consiste nell'inserire, con modalità analoghe a quelle già descritte, un secondo martinetto rispettivamente, alla distanza di circa 50 cm dal primo, per i martinetti "piccoli" (345 mm x 255 mm) e a circa 100 cm per i martinetti "grandi" (685 mm x 255 mm).

In tal modo si intercetta una porzione significativa di muratura sulla quale i due martinetti applicano uno stato di compressione monoassiale.

Le basi di misura sono disposte in maniera da consentire la misura delle deformazioni assiali e trasversali.

La prova viene così eseguita su un campione di muratura di grandi dimensioni, indisturbato e realmente rappresentativo del comportamento globale della struttura.

La misura degli spostamenti viene eseguita con calibro removibile, millesimale meccanico, in "invar" con base di misura, rispettivamente per i martinetti "piccoli" e per i martinetti "grandi", di 40 cm e 60 cm.

È possibile, con opportune cautele, avvicinarsi al limite di rottura della muratura attraverso progressivi incrementi di carico applicato ai martinetti piatti e valutare la resistenza a compressione per estrapolazione della curva carico-deformazione.

Essendo, nelle condizioni descritte, la porzione di muratura sottoposta a prova confinata su tre lati potrebbe fornire risultati di norma maggiori di quelli determinati su campioni non confinati.

La normativa di riferimento è la **ASTM C 1197**.

Rilievo della resistenza a taglio lungo i corsi di malta

La resistenza a taglio lungo i corsi di malta è un parametro di grande importanza per la caratterizzazione statico-strutturale di edifici in muratura e la cui determinazione richiede l'impiego di un terzo martinetto idraulico, del tipo a pistone, oltre a due martinetti piatti analoghi a quelli descritti nel paragrafo precedente.

L'esecuzione della prova comporta l'estrazione di un mattone nella zona adiacente alla porzione di muratura compresa tra i due martinetti piatti; nello spazio così ricavato viene collocato un martinetto idraulico a pistone che esercita la spinta orizzontale di taglio. I due martinetti piatti impongono alla porzione di muratura, preventivamente isolata rimuovendo la malta lungo i corsi verticali, uno stato tensionale noto; la prova si esegue incrementando gradualmente la spinta di taglio fino a rottura e registrando i relativi scorrimenti. Gli scorrimenti relativi della muratura e le deformazioni normali in direzione ortogonale ai corsi di malta sono misurati con idonei trasduttori di spostamento.

Esecuzione del taglio

Il taglio della muratura, che rappresenta il momento più delicato della prova e dal quale dipende l'attendibilità e la riproducibilità dei risultati, deve essere eseguito in maniera tale da non

provocare condizioni di disturbo nella muratura. Per tali scopi si impiegano particolari seghe a lama diamantata, vincolate a strutture rigide, che producono un taglio piano di dimensioni e spessore prossime a quelle del martinetto.

Nelle strutture in muratura di mattoni, il taglio per l'inserimento del martinetto viene solitamente eseguito in corrispondenza dei corsi di malta; in alcuni casi però si preferisce praticare il taglio in corrispondenza degli elementi lapidei evitando così l'inconveniente dei movimenti dovuti dai blocchi superiori per effetto della sconnessione della malta e con il vantaggio di realizzare un taglio netto.

Il taglio a secco o con il raffreddamento ad acqua della lama può comportare qualche inconveniente per lo strato di malta; infatti, in particolari murature per effetto del riscaldamento localizzato si possono manifestare variazioni dimensionali e dilavamenti.

Le dimensioni del taglio possono essere variabili in funzione delle dimensioni degli elementi costituenti la muratura. Per murature in laterizio vengono normalmente adottate le seguenti dimensioni:

- larghezza 40 cm;
- profondità 20 cm;
- spessore 3÷4 mm.

I tagli della muratura, le cui tecniche sono soggette a miglioramenti continui in funzione della forma del martinetto piatto utilizzato, attualmente vengono così praticati:

per i martinetti rettangolari, di impiego sempre meno frequente, eseguendo una serie di fori paralleli con un trapano a percussione con punta in widia e con l'aiuto di una dima di guida;

per i martinetti semicircolari, eseguendo il taglio con una sega idraulica avente la lama diamantata di forma anulare e con sistema di movimento eccentrico e con un supporto rigido di guida per garantire l'orizzontalità del taglio;

per martinetti piatti di forma semicircolare allungata eseguendo il taglio con una sega idraulica avente la lama diamantata di forma anulare e con sistema di movimento eccentrico e con un supporto rigido di guida per garantire l'orizzontalità del taglio.

Al termine della prova il martinetto piatto viene estratto e lo spessore della malta ripristinato riportando la muratura nelle condizioni originarie.

Si fa riferimento alla normativa **ASTM C1196** e **ASTM C1197**.

ART.81. Prove di carico sui pali di fondazione

Generalità

Le prove di carico sui pali di fondazione devono rispettare le prescrizioni del punto 7.3.2.4 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Le prove per la determinazione del carico limite ultimo del singolo palo (prove di progetto) devono essere spinte a valori del carico assiale tali da consentire di tracciare diagrammi significativi per la ricerca del carico limite ultimo sulla base dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi applicati; in ogni caso si devono raggiungere valori pari ad almeno 2 volte il carico assiale massimo di esercizio. Se si esegue una sola prova di carico di progetto, questa deve essere ubicata dove le condizioni del terreno sono più sfavorevoli.

Sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche di collaudo per controllare se il comportamento dei pali corrisponde a quello previsto in progetto. Queste prove devono essere spinte a un carico assiale almeno pari a 1.5 volte il carico assiale massimo di esercizio. Per i pali di grande diametro si potrà ricorrere a prove eseguite su pali aventi la stessa lunghezza ma diametro inferiore, purché adeguatamente motivate.

Il numero e l'ubicazione delle prove di carico di collaudo devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo; in ogni caso il numero di prove deve essere pari ad almeno l'1% del numero totale di pali, con un minimo di 2.

Ai fini della valutazione dell'integrità del palo possono essere eseguite prove di carico dinamiche, da tarare con quelle statiche di progetto, e controlli non distruttivi.

Prove di carico orizzontale

Le prove di carico orizzontale devono essere eseguite per valutare le entità degli spostamenti orizzontali e delle rotazioni della testa del palo, degli spostamenti orizzontali in profondità sotto l'azione dei carichi orizzontali di esercizio e dei parametri geotecnici assunti per il calcolo del palo.

Applicazione del carico

Il carico di prova si ottiene utilizzando un martinetto idraulico applicato tra la testa del palo e un elemento di contrasto che può essere anche un altro palo realizzato comunque a opportuna distanza in modo da prevenire eventuali interazioni tra i movimenti di ciascun palo. Tra i due pali viene poi inserita da un lato una trave orizzontale e dall'altra il martinetto.

Il sistema di applicazione del carico deve avere capacità non inferiore al carico massimo orizzontale previsto (carico di esercizio + carico dinamico massimo).

Misura degli spostamenti in testa e in profondità

La precisione delle misure di spostamento non deve essere inferiore a 1/10 mm mentre la precisione della misura della rotazione deve essere di almeno 1mm/metro, quest'ultima può essere effettuata con inclinometri. La misura degli spostamenti orizzontali in profondità è solitamente basata sull'uso di sonde inclinometriche o di inclinometri fissi.

Le misure di inclinazione devono essere eseguite per tutta la profondità alla quale sono previsti spostamenti significativi.

Le prime letture a palo scarico (letture di zero) devono essere effettuate con la massima accuratezza e ripetute due o tre volte, poiché ad esse vengono riferite tutte le misure successive. Anche quando la deformata del palo viene rilevata mediante sonda inclinometrica è opportuno effettuare, a scopo di controllo, misure indipendenti dagli spostamenti orizzontali, ed eventualmente dalle rotazioni presso la testa.

Presentazione dei risultati

I risultati della prova di carico orizzontale su palo di fondazione vengono presentati con diagrammi analoghi a quelli della prova di carico verticale:

- carico/spostamento orizzontale;
- tempo/carico;
- tempo/rotazione;
- tempo/spostamento orizzontale.

Se sono state effettuate letture inclinometriche alle diverse profondità (z), vengono costruite le curve $i(z)$, una per ciascun valore del carico applicato in testa.

Prove di carico verticale

Le prove di carico verticale permettono di misurare gli abbassamenti prodotti dall'applicazione di un carico verticale sulla testa del palo; i risultati ottenuti si riferiscono, nella gran parte dei casi, ai cedimenti istantanei della testa del palo, pertanto la prova viene limitata nel tempo dallo stabilizzarsi dei valori rilevati.

La direzione dei lavori individuerà il numero e l'ubicazione dei pali da sottoporre a prova, in numero non inferiore a due prove, con una frequenza minima di una prova ogni cento pali.

Le prove di carico in funzione delle finalità attribuite vengono classificate in:

- 1) prova di progetto su palo pilota: è una prova di tipo distruttivo dove il carico viene applicato

fino alla rottura del sistema palo/terreno e comunque fino ad un carico pari ad almeno 3 volte il carico di esercizio. La prova viene eseguita su pali pilota, non interessati dalle strutture dell'opera, appositamente realizzati, con le stesse modalità esecutive della palificata di progetto, ubicati in prossimità della palificata, su un sito caratterizzato dagli stessi litotipi e dalla stessa stratigrafia. Nella configurazione più speditiva la prova permette di determinare il carico limite del palo pilota, opportunamente strumentato, con celle di carico alla punta ed estensimetri lungo la superficie laterale, consentendo di studiare i complessi meccanismi d'interazione palo/terreno arrivando a una stima della resistenza laterale e della resistenza alla punta in funzione del tempo e del carico;

- 2) prova di collaudo: è una prova di tipo non distruttivo dove il carico applicato è generalmente pari a 1,5 volte il carico di esercizio previsto per il singolo palo; tale carico può essere ridotto, in conseguenza delle difficoltà operative a realizzare la struttura di contrasto, per pali di grande diametro e per carichi di esercizio elevati. La prova si esegue su un palco ogni 100 pali eseguiti, con un minimo di due pali. Lo scopo di tale prova è quello verificare, in corso d'opera o dopo la loro ultimazione, la buona esecuzione ma soprattutto la risposta prestazionale alle ipotesi di progetto. Infatti il controllo della qualità dei pali e delle modalità esecutive deve essere impostato su criteri, forse più qualitativi, dei quali verranno date alcune indicazioni più avanti, ma che riescano ad interessare un numero maggiore di pali ma soprattutto pali non predeterminati e scelti con un metodo casuale.

Limiti della significatività delle prove

Gli abbassamenti e il carico limite determinati con la prova su un palo isolato non sono necessariamente in diretta correlazione con gli abbassamenti e il carico limite della palificata. Nella generalità dei casi, l'abbassamento misurato sotto il carico di esercizio durante la prova di carico è un limite inferiore dell'abbassamento del palo in esercizio. Il buon esito di una prova di carico è quindi una condizione necessaria, ma non sufficiente, a garantire il soddisfacente comportamento del palo in esercizio.

I risultati delle prove di carico sui pali singoli non permettono di prevedere gli abbassamenti per consolidazione nei terreni coerenti.

Prova a deformazione controllata

La prova a deformazione controllata (o a velocità di penetrazione costante) consiste nella penetrazione del palo nel terreno ad una velocità imposta, applicando al palo un carico sempre crescente in modo da ottenere una velocità di penetrazione più o meno costante.

Solitamente si assume una velocità di penetrazione tra 0,75 e 1,5 mm/min.

Prove ad incremento di carico controllato

La prova ad incremento di carico controllato (o a incrementi di carico costante) consiste in incrementi prefissati di carico applicati alla testa del palo e mantenuti costanti per un determinato arco di tempo (ad esempio 30', 60', 120') e sino all'esaurimento dei cedimenti.

Il rilievo dei cedimenti in funzione del tempo e dei carichi è eseguito, ad esempio, ogni 5', 10', 30'. Ogni incremento di carico oscilla intorno al 25% del carico di esercizio; in una prova di collaudo si effettuano mediamente 6 incrementi di carico. È consuetudine effettuare i primi incrementi di carico con valori molto elevati per conseguire una migliore definizione del carico di rottura.

Le prove di carico, in presenza di strutture di fondazione soggette a carichi ciclici, vengono eseguite con cicli di scarico e carico per misurare le aliquote reversibili ed irreversibili dell'abbassamento della testa del palo in base ai vari livelli di carico e per studiare il comportamento statico del palo quando entrano in gioco le forze di attrito laterale nelle zone più profonde del palo.

Presentazione dei risultati

I risultati della prova di carico su palo di fondazione devono essere presentati con i seguenti diagrammi:

- carico/cedimento;
- tempo/carico;
- tempo/cedimento.

e con la relazione di accompagnamento del laboratorio ufficiale che ha eseguito la prova di carico.

Verbale di prova di carico su palo di fondazione

Il verbale di prova di carico su pali di fondazione deve contenere i seguenti dati:

- individuazione e caratteristiche costruttive delle opere;
- data e ora della prova;
- localizzazione del palo su cui verrà effettuata la prova di carico;
- descrizione della struttura di prova (struttura di contrasto, di sostegno laterale, travi portamicrometri, martinetti, celle di carico, ecc.);
- descrizione dell'eventuale strumentazione collocata all'interno del palo;
- curve di taratura degli strumenti utilizzati;
- grafici e tabelle per la visualizzazione dei risultati della prova.

Prove sull'elemento strutturale di collegamento

Per le verifiche di resistenza delle membrature o elementi strutturali di collegamento tra i pali si deve tener conto delle reazioni dei singoli pali, delle spinte dovute all'acqua e dell'influenza di sovraccarichi direttamente applicati al terreno.

I carichi e le azioni sopracitati vanno combinati in modo tale da dar luogo in ciascun elemento strutturale della fondazione, al più sfavorevole stato di sollecitazione.

ART.82. Controlli non distruttivi sui pali di fondazione

Tipologie

I controlli non distruttivi di tipo dinamico sui pali di fondazione ordinati dalla direzione dei lavori e/o collaudatore statico possono essere:

- prove a basse deformazioni, quando vengono analizzate in termini di propagazione dell'onda d'urto in un mezzo monodimensionale elastico-lineare;
- prove ad alte deformazioni, quando vengono analizzate in termini di propagazione dell'onda d'urto in un mezzo monodimensionale con vincoli elasto-visco-plastici.

Quando si trascura la deformabilità longitudinale del palo la prova è di tipo cinematico.

Possono effettuarsi altresì prove di tipo ultrasonico come il carotaggio sonico, il *cross-hole*, ecc.

Prova di ammettenza meccanica verticale

La prova di ammettenza meccanica verticale è una prova a basse deformazioni che consente di verificare la geometria del palo (lunghezza, variazioni della sezione, ecc.) e le eventuali imperfezioni costruttive.

La prova utilizza tecniche di sollecitazione dinamica applicate alla testa del palo che dovrebbe essere libera ed accessibile.

In presenza di pali corti e di diametro contenuto può impiegarsi un martello strumentato, mentre in caso di pali lunghi e di grosso diametro è preferibile impiegare una vibrodina in modo da produrre sensibili sollecitazioni.

Prova sonica ad eco

La prova sonica ad eco o della risposta impulsiva è una prova a basse deformazioni ed è impiegata per verificare la continuità o eventuali anomalie del palo (variazioni di sezioni, cavità, interruzioni, giunzioni di prefabbricati non eseguite correttamente, ecc.). Il metodo è

applicabile a pali di fondazione isolati, specialmente di tipo prefabbricato e battuto, pali trivellati in terreni coerenti.

La prova consiste nel sollecitare la testa del palo, resa libera allo scopo svincolandola dalle strutture di fondazione (travi, plinti, platee, solette) o dal magrone, con una forza impulsiva assiale tale da provocare onde di compressione assiale, mediante l'impiego di un martello strumentato valutando la risposta in termini di velocità o spostamento nel tempo; il segnale di risposta o segnale riflesso, rilevato mediante un accelerometro posizionato pure sulla testa del palo, viene depurato da eventuali componenti estranee ed opportunamente amplificato per meglio interpretare i segnali di eco. Il metodo si fonda sull'ipotesi del palo di fondazione assunto come un solido infisso nel terreno e con densità superiore a quest'ultimo.

Metodo Cross-hole

Il metodo *cross-hole* si basa sulla registrazione continua degli ultrasuoni dopo l'attraversamento della sezione di calcestruzzo tra le sonde emittente e ricevente collocate solitamente alla stessa altezza; in questa maniera è possibile controllare la qualità ed omogeneità del calcestruzzo, la presenza di vuoti o di irregolarità del getto.

Il metodo è eseguito inserendo nel palo, al momento del getto di calcestruzzo, un certo numero di tubi metallici o in materiale plastico pesante (3÷4 per grosso diametro), del diametro interno minimo di 35÷42 mm, fissandoli alla gabbia dell'armatura metallica del palo in modo che siano opportunamente distanti e paralleli. I fori possono essere realizzati anche per carotaggio meccanico.

ART.83. Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio

Generalità

Il direttore dei lavori per le strutture in acciaio dovrà eseguire i seguenti controlli:

- 1) esame visivo conformemente alle norme **CNR UNI 10011**;
- 2) controllo chimico che accerti che la composizione dei materiali rispecchi quanto previsto dalle norme suddette;
- 3) controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano serrati secondo quanto previsto dalla norma **CNR UNI 10011**;
- 4) controllo della corretta esecuzione delle saldature.

Personale di saldatura

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo 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 EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo EN 2883.

Norme di riferimento

UNI EN 287-1:2004 - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai.

UNI EN 1418:1999 - 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 ed automatica di materiali metallici.

Modalità di esecuzione delle saldature

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

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 seguite le prescrizioni della **EN 1011** punti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la **EN 29692**.

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**.

Per un'ottimale saldatura bisogna fare riferimento ai seguenti punti:

- controllo di tutti i fattori di cui è già nota e certa l'influenza sicura, positiva o negativa (tipi di materiali, preparazione dei lembi, posizioni di saldatura, tecnica di saldatura, manodopera impiegata);
- valutazione pratica, mediante prove da effettuarsi prima della realizzazione dell'opera, dell'effetto di fattori di cui non è definibile a priori l'influenza e che possono essere collegati all'impiego di materiali, tecniche e condizioni di saldatura non consuete;
- applicazione di tutte le precauzioni che l'esperienza e le regole dell'arte suggeriscono;
- valutazione diretta dei risultati ottenuti sulle saldature dell'opera.

Il controllo delle saldature deve avvenire nelle seguenti tre 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*. Tra le verifiche e le prove preliminari, cioè precedenti l'esecuzione delle saldature della costruzione, il tecnico eseguirà l'esame della documentazione progettuale. Di esse sono rilevanti l'esame del progetto esecutivo in modo da potere fornire all'officina tutti i dati necessari e l'adeguatezza dei materiali e delle tecniche di saldatura previste.

Con l'ispezione durante la costruzione il tecnico potrà accertarsi che tutto quello che è stato stabilito nella documentazione tecnica fornita all'officina e i particolari accorgimenti dalla buona pratica siano effettivamente adottati per garantire una migliore esecuzione della saldatura.

Con il controllo diretto invece si procede al collaudo vero e proprio del giunto realizzato. Nella pratica il controllo non segue rigidamente le tre fasi.

Tabella – Resoconto dei controlli di qualità delle strutture saldate

Controlli indiretti	Controlli diretti
- Esame della documentazione tecnica	- Distruttivo
- Prove di qualifica dei saldatori	- Semidistruttivo
- Prove di saldabilità dei materiali base	- Non distruttivo
- Prove sui materiali d'apporto	
- Prove di qualifica dei procedimenti	

Difetti delle saldature

In generale i difetti di saldatura sono delle discontinuità che possono distinguersi nei seguenti due tipi²:

- disomogeneità metallurgiche (chimiche o strutturali) tra la zona fusa e/o la zona termicamente alterata e il materiale base inalterato, nocive alle caratteristiche meccaniche e ad altre caratteristiche del giunto (per esempio tempra o ingrossamento del grano nella saldatura degli acciai al carbonio, precipitazione di fase sigma o di carburi di cromo nella saldatura degli acciai inossidabili austenitici al cromo-nichel);
- discontinuità metalliche, nocive essenzialmente alle caratteristiche meccaniche, ma che in certi casi possono influenzare anche altre caratteristiche del giunto come cricche o inclusioni di scorie.

I difetti del primo tipo possono essere individuati con prove meccaniche, di resistenza alla corrosione, esami al microscopio metallografico. I difetti del secondo tipo si individuano con controlli non distruttivi come l'esame radiografico o quello ultrasonico.

Si fa rilevare che con i controlli non distruttivi non si ha la possibilità di individuare i difetti del primo tipo, da ciò discende la particolare metodologia di collaudo delle costruzioni saldate, in cui grande importanza hanno i cosiddetti controlli indiretti.

Cricche

Si definisce *cricca* una discontinuità originatasi per strappo in materiale metallico originariamente continuo. Se le cricche hanno dimensioni molto ridotte (inferiori a circa 1 mm) vengono dette *microcricche*.

Le cricche sono il difetto più grave e temibile di un giunto saldato, poiché una cricca anche se di piccole dimensioni è sempre una rottura in atto che può essere suscettibile di ingrandirsi con il tempo a seconda delle condizioni di esercizio e delle sue caratteristiche iniziali, causando di conseguenza il cedimento del giunto.

Difetti esterni o di profilo

I difetti esterni o di profilo possono essere classificati come:

- a) eccesso di sovrametallo: è riscontrabile nei giunti di testa;
- b) cordone d'angolo troppo convesso: tipico dei giunti d'angolo e dovuto ad errato maneggio dell'elettrodo da parte del saldatore; dipende da corrente eccessiva associata ad uno scorretto maneggio dell'elettrodo;
- c) incisioni marginali: sono presenti nei cordoni eseguiti manualmente più frequentemente in posizione diversa da quella piana e dipendono dalla scarsa abilità del saldatore;
- d) irregolarità superficiale: si riscontra quando le maglie del cordone, anziché essere disposte parallelamente una di seguito all'altra, hanno andamento irregolare, con variazioni di profilo del cordone, avvallamenti denunciati i punti di ripresa, ecc.;
- e) slivellamento dei lembi: dovuto al montaggio imperfetto che non consente la possibilità di eseguire una saldatura regolare;
- f) spruzzi e sputi: sono depositi più o meno grandi e dispersi, generalmente incollati sulla superficie del metallo base vicino al cordone. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad elettrodi rivestiti (basico e cellulosico) e del procedimento MAG;

(2) Il giunto saldato ha la particolarità caratteristica di unire permanentemente due parti solide realizzando la continuità del materiale; proprio per questa ragione le costruzioni saldate sono spesso definite *monolitiche*. Qualora detta continuità sia imperfetta si ha un difetto di saldatura, ma non tutte le imperfezioni delle saldature sono catalogabili come difetti di saldatura. Infatti in una costruzione saldata si possono verificare inconvenienti anche dopo un certo periodo di esercizio ed è spesso difficile stabilire se essi sono stati causati proprio dalle alterazioni determinate dal procedimento di saldatura o da altre cause.

Le condizioni di servizio possono, ad esempio, determinare inconvenienti come:

- cricche (da attacco corrosivo, da tensocorrosione, da fatica, ecc.);
- cavità superficiali provocate da corrosioni;
- alterazioni strutturali come ingrossamento del grano;
- precipitazioni di fasi nocive alla resistenza meccanica o a quella alla corrosione del materiale dovute a trattamenti termici non corretti o a condizioni termiche di esercizio non adatte ai materiali adottati.

- g) colpi d'arco: consistono in una fusione localizzata del materiale base avvenuta generalmente senza materiale d'apporto. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad arco erroneamente innescato sul materiale e non, come di regola, su un lembo del cianfrino.

Pericolosità e criteri di accettabilità dei difetti

Nel considerare la pericolosità di un difetto e quindi nel fissare un criterio di accettabilità dello stesso (eventualmente in funzione delle sue dimensioni) non si può astrarre dal contesto in cui tale difetto si trova.

È necessario considerare il tipo di sollecitazione cui il giunto è sottoposto, il tipo e l'importanza della struttura di cui il giunto fa parte, le caratteristiche del materiale e molti altri fattori:

- a) sollecitazioni statiche: i difetti, siano essi superficiali o interni, riducono la sezione resistente del giunto, con conseguente aumento del livello di tensione medio e una diminuzione della capacità di carico del giunto;
- b) sollecitazioni di fatica: l'effetto di intaglio (aumento di tensione locale) cui dà luogo il difetto limita notevolmente la resistenza del giunto;
- c) servizio a bassa temperatura: nel caso di costruzioni saldate che lavorano a bassa temperatura è un aspetto dannoso dei difetti, poiché comporta l'aumento del grado di pluriassialità delle tensioni, con conseguente limitazione delle entità delle tensioni di taglio e possibilità di innesto e propagazione di rotture fragili.

I criteri di accettabilità dei difetti devono essere più severi quando la costruzione saldata deve supportare condizioni di servizio onerose eventualmente aggravate dalla presenza di sollecitazioni ripetute e/o rischio di rottura fragile.

Controlli non distruttivi

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista. L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche) ovvero metodi volumetrici (es. raggi X o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli e dei livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alle prescrizioni della **EN 12062**. I controlli verranno certificati da un laboratorio ufficiale ed eseguiti da un operatore qualificato, secondo **EN473**, almeno di secondo livello.

Metodo dei liquidi penetranti

Il metodo dei liquidi penetranti costituisce per la sua semplicità di impiego il primo metodo impiegato per l'esecuzione di controlli non distruttivi. I liquidi impiegati sono di aspetto oleoso, colorato, con alta capacità di penetrazione anche nelle fessure più sottili e cricche più invisibili presenti sulla superficie dell'elemento metallico. Una volta rimossa la parte di liquido rimasta in superficie, quella presente nelle eventuali fessure e nelle cricche viene opportunamente evidenziata individuando così il difetto costruttivo dell'elemento strutturale.

Le fasi del metodo sono le seguenti:

- 1) pre-lavaggio: per favorire la penetrazione del liquido in eventuali fessure o cricche è necessario eseguire il lavaggio preliminare dell'elemento con prodotti sgrassanti o solventi organici per pezzi nuovi e con paste abrasive, soluzioni saponate, ecc. per pezzi usati;
- 2) applicazione: consiste nell'applicazione del liquido penetrante³ sulla superficie dell'elemento per immersione, tamponatura o spruzzo;
- 3) lavaggio: ha lo scopo di rimuovere il liquido in eccesso rimasto sulla superficie dell'elemento metallico evitando però di rimuovere quello penetrato;

(³) Il tipo di liquido penetrante dipende dagli obiettivi del metodo di controllo.

- 4) sviluppo: per migliorare la visibilità del liquido colorato penetrato viene applicata della polvere di sviluppo o mezzo di contrasto;
- 5) osservazione: ha lo scopo di valutare e interpretare l'entità (della fessura o della cricca) dei difetti evidenziati.

Norme di riferimento

UNI EN 571-1 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Principi generali.

UNI 8374 - Prove non distruttive. Prodotti per l'esame con liquidi penetranti. Classificazione, caratteristiche e prove.

UNI EN ISO 3059 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti e controllo magnetoscopico. Condizioni di visione.

UNI EN ISO 3452-2 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Prove dei materiali utilizzati nell'esame con liquidi penetranti.

UNI EN ISO 3452-3 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Blocchi di riferimento per le prove.

UNI EN ISO 3452-4 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Attrezzatura.

UNI 8374 - Prove non distruttive. Prodotti per l'esame con liquidi penetranti. Classificazione, caratteristiche e prove.

UNI EN ISO 12706 - Prove non distruttive. Terminologia. Termini utilizzati nel controllo con liquidi penetranti.

UNI EN 1289 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo delle saldature mediante liquidi penetranti delle saldature. Livelli di accettazione.

UNI EN 1371-1 - Fonderia. Controllo con liquidi penetranti. Getti colati in sabbia, colati in conchiglia per gravità ed a bassa pressione.

UNI EN 1371-2 - Fonderia. Controlli con liquidi penetranti. Fusioni a cera persa.

UNI ISO 4386-3 - Cuscinetti radenti. Cuscinetti radenti metallici multistrato. Prove non distruttive con liquidi penetranti.

UNI EN 10228-2 - Prove non distruttive dei fucinati di acciaio. Controllo mediante liquidi penetranti.

UNI EN 10246-11 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante liquidi penetranti dei tubi di acciaio senza saldatura e saldati per la rilevazione dei difetti superficiali.

Metodo magnetico

Il metodo magnetico è un metodo economico ed efficace per il controllo non distruttivo di elementi metallici per l'individuazione dei difetti superficiali o semi superficiali.

Il principio del metodo consiste nella magnetizzazione dell'elemento metallico sfruttando il fattore che i difetti si comportino come campi magnetici dispersi.

Il metodo si applica nelle seguenti fasi:

smagnetizzazione preliminare, qualora necessaria, per l'eliminazione di eventuali tracce di magnetismo residuo in parti dell'elemento;

sgrassaggio superficiale dell'elemento con solventi per evitare forme di trattenimento di polvere magnetica;

magnetizzazione: può essere del tipo longitudinale o trasversale o combinato;

applicazione della polvere magnetica;

ispezione per l'individuazione dei difetti sulla base del colore e della fluorescenza delle tracce lasciate dalla polvere magnetica;

smagnetizzazione finale dell'elemento controllato per consentirne la successiva lavorazione o ulteriore controllo.

Il metodo di controllo può essere applicato soltanto a materiali ferromagnetici, quindi sono da escludersi le leghe leggere e gli acciai austenitici.

Norme di riferimento

Sul controllo magnetoscopico si segnalano le seguenti norme:

UNI EN ISO 3059 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti e controllo magnetoscopico. Condizioni di visione.

UNI EN ISO 9934-1 - Prove non distruttive. Magnetoscopia. Parte 1: Principi generali.

EN ISO 9934-3 - Prove non distruttive. Magnetoscopia. Parte 3: Apparecchiature.

UNI EN 1290 - Controlli non distruttivi delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature.

UNI EN 1291 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico delle saldature. Livelli di accettazione.

UNI EN 1369 - Fonderia. Controllo mediante particelle magnetiche.

UNI ISO 9402 - Tubi di acciaio senza saldatura e saldati (escluso ad arco sommerso) per impieghi a pressione. Controllo a flusso disperso con sonde magnetiche su tutta la circonferenza di tubi di acciaio ferromagnetico per la rilevazione di imperfezioni longitudinali.

UNI ISO 9598 - Tubi di acciaio senza saldatura per impieghi a pressione. Controllo a flusso disperso con sonde magnetiche su tutta la circonferenza dei tubi di acciaio ferromagnetico per la rilevazione di imperfezioni trasversali.

UNI EN 10228-1 - Prove non distruttive dei fucinati di acciaio. Controllo magnetoscopico.

UNI EN 10246-1 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico elettromagnetico per la verifica della tenuta idraulica di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati (escluso all'arco sommerso).

UNI EN 10246-4 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico dell'intera superficie mediante trasduttori magnetici/flusso disperso di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura per la rilevazione di difetti trasversali.

UNI EN 10246-5 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico dell'intera superficie mediante trasduttori magnetici/flusso disperso di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati (eccetto quelli ad arco sommerso) per la rilevazione dei difetti longitudinali.

UNI EN 10246-12 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante particelle magnetiche dei tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati per la rilevazione di difetti superficiali.

UNI EN 10246-18 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante particelle magnetiche dell'estremità dei tubi di acciaio ferromagnetici senza saldatura e saldati per la rilevazione di imperfezioni laminari.

Metodo ultrasonico

Il metodo ultrasonico consente di rilevare difetti anche a considerevoli profondità e in parti interne dell'elemento a condizione che esso sia un conduttore di onde sonore. È utilizzato ampiamente per il controllo delle saldature specialmente a piena penetrazione.

I metodi ultrasonici si possono classificare in:

- tecnica per trasmissione o per trasparenza: si basa sulla misurazione delle onde ultrasoniche inviate da una sonda emittente che dopo avere attraversato l'elemento arrivano a una sonda ricevente posizionata nella parte opposta;
- tecnica per riflessione: utilizza un solo trasduttore angolare rice-trasmittente e sfrutta l'energia degli ultrasuoni, continui o ad impulsi, che vengono riflessi dalla parete di fondo o eventualmente dalle superfici del difetto presente nell'elemento da esaminare. Mediante la misura della variazione di intensità delle onde ultrasoniche, misurate con un oscillografo, che le rappresenta con un oscillogramma. Il diagramma inizia sempre con un picco (impulso di emissione); la presenza di difetto è rappresentata da un picco di altezza minore (eco di difetto), che ne indica anche la posizione;
- tecnica per risonanza: si basa sul fenomeno della risonanza che si riscontra quando l'elemento viene attraversato da un'onda ultrasonica continua;
- tecnica ad echi multipli: è una variante della tecnica per riflessione.

Il metodo per riflessione consiste nello sfruttare la particolare capacità di alcuni materiali, detti *trasduttori*, che trasformano l'energia meccanica in energia elettrica e viceversa. Tramite tali materiali, conglobati in un piccolo zoccolo con una superficie piena di plexiglass, vengono inviati degli impulsi nel materiale da controllare, usando un opportuno liquido di accoppiamento, come per una normale ecografia medica.

Le onde ultrasoniche possono essere inviate sia ortogonalmente alla superficie del materiale in esame sia con una certa inclinazione; semplici applicazioni trigonometriche permetteranno di conoscere precisamente la distanza, l'estensione e la profondità del difetto.

Norme di riferimento

UNI EN ISO 3059 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti e controllo magnetoscopico. Condizioni di visione.

UNI EN ISO 9934-1 - Prove non distruttive. Magnetoscopia. Parte 1: Principi generali.

EN ISO 9934-3 - Prove non distruttive. Magnetoscopia. Parte 3: Apparecchiature.

UNI EN 1290 - Controlli non distruttivi delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature.

UNI EN 1291 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico delle saldature. Livelli di accettazione.

UNI ISO 9402 - Tubi di acciaio senza saldatura e saldati (escluso ad arco sommerso) per impieghi a pressione. Controllo a flusso disperso con sonde magnetiche su tutta la circonferenza di tubi di acciaio ferromagnetico per la rilevazione di imperfezioni longitudinali.

UNI ISO 9598 - Tubi di acciaio senza saldatura per impieghi a pressione. Controllo a flusso disperso con sonde magnetiche su tutta la circonferenza dei tubi di acciaio ferromagnetico per la rilevazione di imperfezioni trasversali.

UNI EN 10228-1 - Prove non distruttive dei fucinati di acciaio. Controllo magnetoscopico.

UNI EN 10246-1 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico elettromagnetico per la verifica della tenuta idraulica di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati (escluso all'arco sommerso).

UNI EN 10246-4 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico dell'intera superficie mediante trasduttori magnetici/flusso disperso di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura per la rilevazione di difetti trasversali.

UNI EN 10246-5 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico dell'intera superficie mediante trasduttori magnetici/flusso disperso di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati (eccetto quelli ad arco sommerso) per la rilevazione dei difetti longitudinali.

UNI EN 10246-12 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante particelle magnetiche dei tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati per la rilevazione di difetti superficiali.

UNI EN 10246-18 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante particelle magnetiche dell'estremità dei tubi di acciaio ferromagnetici senza saldatura e saldati per la rilevazione di imperfezioni laminari.

UNI EN 1712:2005 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati. Livelli di accettabilità.

UNI EN 1713:2005 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature.

UNI EN 1714:2005 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati.

Metodo radiografico

L'esame dell'elemento è effettuato sfruttando i raggi X e la loro capacità di penetrare i metalli fino a una certa profondità. In sostanza il metodo si fonda sull'assorbimento differenziale dei raggi X (o gamma) da parte dell'elemento da controllare e sull'annerimento della pellicola –

posta alle spalle dell'elemento – sensibile alle radiazioni emergenti. Offre quindi possibilità simili a quelle dell'esame ultrasonoro. Quest'ultimo infatti è in grado di stabilire le coordinate spaziali dell'eventuale difetto, mentre l'esame radiografico ne mostra un'immagine bidimensionale piatta.

Per quanto riguarda il controllo radiografico si segnala la tabella riportata dalla **UNI 7278** relativa ai gradi di difettosità nelle saldature testa a testa e che ha lo scopo di dare degli orientamenti uniformativi sui criteri di giudizio. La tabella, pur considerando vari tipi di costruzioni e varie condizioni di servizio, non dà regole per l'accettabilità dei difetti, ma li raggruppa opportunamente in gradi e fornisce esempi di categorie di qualità delle saldature, che possono essere scelte dal progettista o dal collaudatore come regola di accettabilità, quando non vi siano ragioni particolari che consigliano l'adozione di criteri diversi.

Norme di riferimento

UNI sperimentale 7278 - Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione.

UNI EN 1435 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati.

UNI ISO 4993 - Getti di acciaio. Controllo radiografico.

UNI sperimentale 7278 - Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione.

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 10660 - Prove non distruttive. Controllo radiografico mediante raggi X di manufatti plastici e/o compositi. Criteri generali.

UNI EN 12517 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati. Livelli di accettabilità.

Strutture bullonate

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, che viene avvitato nella parte filettata della vite;
- rondelle.

In presenza di vibrazioni dovuti a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado vengono applicati rondelle elastiche oppure dei controdadi.

Le caratteristiche dichiarate dal produttore verranno verificate dalla direzione dei lavori, secondo le procedure previste nel D.M. 19.09.2005, presso un laboratorio ufficiale.

Esecuzione e controllo delle unioni

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco; è ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica.

Il serraggio dei bulloni può essere effettuato:

a) mediante chiave dinamometrica a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte peraltro 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 = 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 $f_{k,N}$ tensione di snervamento.

La norma **CNR 10011** detta precise regole riguardo le dimensioni che devono avere i bulloni normali e quelli ad alta resistenza, i materiali impiegati per le rosette e le piastrine, il modo di accoppiare viti e dadi, e il modo in cui devono essere montate le rosette;

Tabella -Valori dell'area resistente, della forza normale e della coppia di serraggio per vari tipi di bulloni (CNR 10011)

Diametro D [mm]	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

b) 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** 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, il dado deve essere prima allentato con una rotazione 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.

Nella pratica esecutiva del controllo in situ si usa verniciare di colore verde i bulloni che risultano conformi ed in rosso quelli non conformi. Le indagini vengono condotte redigendo delle tabelle, una per ogni collegamento, nelle quali vengono riportate le seguenti caratteristiche: valore della coppia di serraggio, mancanza del bullone, non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, ecc.

ART.84. Controllo sulle strutture in legno massiccio e lamellare

Prove

Per le strutture in legno lamellare il direttore dei lavori potrà eseguire le seguenti prove:
prove di laboratorio su campioni secondo le norme DIN o UNI vigenti;

prove di carico sulle travi eseguite presso lo stabilimento di produzione;
prove dirette su travi (flessione, taglio e resistenza a fuoco) presso laboratori ufficiali;
prove di carico su travi in opera.

Le prove di laboratorio effettuate in genere riguarderanno:

- prova a flessione su tratto di lamella in corrispondenza del giunto a pettine;
- prova a taglio su provino in corrispondenza della superficie di incollaggio fra due lamelle.

Controlli non distruttivi

I controlli non distruttivi sugli elementi in legno che possono essere eseguiti sulle strutture in opera, a discrezione della direzione dei lavori, possono riguardare:

- a) controllo dell'umidità: può essere effettuato con igrometro elettrico a conducibilità. Tale strumento che viene tarato in funzione della specie, fornisce subito il valore dell'umidità percentuale del legno; i valori devono essere corretti per tenere conto della temperatura del legno e dell'eventuale presenza di gradienti di umidità;
- b) controllo dell'elasticità del materiale;
- c) controllo con ultrasuoni: ha lo scopo di verificare l'omogeneità dell'elemento strutturale;
- d) controllo per percussione: è eseguito provocando una percussione a un'estremità dell'elemento e acquisendo mediante un accelerometro la vibrazione all'estremità opposta. Sulla base dei valori di frequenza, periodo e smorzamento, ecc. si risale all'omogeneità e alle caratteristiche meccaniche del legno in opera;
- e) durezza Brinell: la prova misura la penetrazione di una sfera d'acciaio del diametro di 10 mm provocata da una forza di intensità nota di circa 0,5 kN, 1 kN o 2 kN; sulla base di curve di correlazione si determina la resistenza a flessione del legno;
- f) durezza Janka: la prova misura la forza necessaria atta a far penetrare nel legno una sfera d'acciaio del diametro di 11,284 mm per una profondità pari al raggio. Sulla base di curve di correlazione è possibile determinare la resistenza a flessione del legno;
- g) punta carotatrice: tale strumento permette l'estrazione, mediante trapanatura, di carote in legno del diametro di 1-3 cm che verranno impiegate in esami di laboratorio;
- h) trivella di Pressler: permette, anch'esso, l'estrazione mediante avvitatura di una carota in legno del diametro di circa 2 cm per essere impiegata in esami di laboratorio.

Norme di riferimento

1) Legno strutturale

UNI EN 380 - Strutture di legno. Metodi di prova. Principi generali per le prove con carico statico.

UNI EN 383 - Strutture di legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al rifollamento e dei moduli locali di rigidezza per elementi di collegamento di forma cilindrica.

UNI EN 384 - Legno strutturale. Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica.

UNI EN 385 - Legno strutturale con giunti a dita. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.

UNI EN 408 - Strutture di legno. Legno massiccio e legno lamellare incollato. Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche.

UNI EN 409 - Strutture di legno. Metodi di prova. Determinazione del momento di snervamento degli elementi meccanici di collegamento di forma cilindrica. Chiodi.

UNI EN 518 - Legno strutturale. Classificazione. Requisiti per le norme di classificazione a vista secondo la resistenza.

UNI EN 519 - Legno strutturale. Classificazione. Requisiti per il legno classificato a macchina secondo la resistenza e per le macchine classificatrici.

UNI EN 1912 - Legno strutturale. Classi di resistenza. Assegnazione delle categorie visuali e delle specie.

2) Capriate

UNI EN 595 - Strutture di legno. Metodi di prova. Prova delle capriate per la determinazione della resistenza del comportamento a deformazione.

3) Pannelli e pareti

UNI EN 594 - Strutture di legno. Metodi di prova. Resistenza rigidezza 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 EN 789 - Strutture di legno. Metodi di prova. Determinazione di proprietà meccaniche di pannelli a base di legno.

4) Assiti portanti solai

UNI EN 1195 - Strutture di legno. Metodi di prova. Comportamento di assiti portanti di solai.

5) Eurocodici

UNI ENV 1995-2 - Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno. Parte 2: Ponti.

UNI ENV 1995-1-1 - Eurocodice 5. Progettazione delle strutture di legno. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI ENV 1995-1-2 - Eurocodice 5. Progettazione di strutture di legno. Parte 1-2: Regole generali. Progettazione strutturale contro l'incendio.

6) Legno lamellare incollato

UNI EN 386 - Legno lamellare incollato. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.

UNI ENV 387 - Legno lamellare incollato. Giunti a dita a tutta sezione. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.

UNI EN 390 - Legno lamellare incollato. Dimensioni. Scostamenti ammissibili.

UNI EN 391 - Legno lamellare incollato. Prova di delaminazione delle superfici di incollaggio.

UNI EN 392 - Legno lamellare incollato. Prova di resistenza a taglio delle superfici di incollaggio.

UNI EN 408 - Strutture di legno. Legno massiccio e legno lamellare incollato. Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche.

UNI EN 1193 - Strutture di legno. Legno strutturale e legno lamellare incollato. Determinazione della resistenza a taglio e delle proprietà meccaniche perpendicolari alla fibratura.

UNI EN 1194 - Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici.

ART.85. Prove sugli infissi

Infissi in legno

Il direttore dei lavori potrà eseguire le seguenti prove su campioni di infissi prelevati casualmente in cantiere per accertare la rispondenza dei materiali forniti alle prescrizioni contrattuali:

a) verifiche su porte:

- resistenza al carico verticale;
- resistenza alla torsione statica;
- resistenza all'urto di corpo molle e pesante;
- resistenza all'urto di corpo duro;
- dimensione e perpendicolarità iniziale, dopo clima secco e dopo clima umido;
- svergolamento, arcuatura e imbarcamento iniziale, dopo clima secco e dopo clima umido.

b) verifiche su finestre:

- resistenza alla torsione statica;
- resistenza alla deformazione nel piano dell'anta;
- sforzi di manovra;
- permeabilità all'aria;
- tenuta all'acqua;
- resistenza al vento.

Infissi in metallo

Le prove di permeabilità all'aria, tenuta all'acqua e resistenza al vento devono essere eseguite secondo le seguenti norme:

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 - 30/06/2001 - Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Metodo di prova.

b) 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

Capitolo 9 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

ART.86. Scavi

Scavi di sbancamento

Per gli scavi di sbancamento o gli sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o 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.

Scavi di fondazione o in trincea

Per gli scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati e a sezione ristretta per la posa di condutture in genere, manufatti sotto il piano di campagna, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere eseguiti fino alla profondità di progetto o a quella disposta dalla direzione dei lavori. 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. L'appaltatore dovrà eseguire le opere di fondazione o posare le condotte dopo l'accettazione dei scavi da parte della direzione dei lavori.

Per quanto riguarda la posa delle condotte, in particolare per quelle fognarie, l'appaltatore dovrà, prima dell'inizio dei lavori, effettuare il controllo e il coordinamento delle quote altimetriche delle condotte esistenti alle quali la tubazione da collocare dovrà collegarsi. Pertanto l'impresa sarà tenuta a presentare alla direzione dei lavori la planimetria e il profilo del terreno con le quote dei ricettori finali, di eventuali interferenze con altri manufatti, di capisaldi planimetrici e di quota aggiuntivi di infittimento o spostati rispetto a quelli di progetto che fossero insufficienti o potessero essere danneggiati dalle macchine operatrici durante l'esecuzione dei lavori. Il prezzo dello scavo comprenderà l'onere dell'allargamento per la formazione delle nicchie laterali e sul fondo in corrispondenza dei giunti per l'accurata ispezione delle giunzioni stesse in fase di prova di tenuta.

Gli scavi dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che della posa di condotte.

L'appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellamenti e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla direzione dei lavori.

Scavi subacquei

Sono considerati come scavi subacquei 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, non come scavo subacqueo. Gli scavi subacquei saranno valutati con un sovrapprezzo in aggiunta agli scavi di fondazione per tenere conto degli aggettamenti ed esaurimenti dell'acqua presente con qualsiasi mezzo l'appaltatore ritenga opportuno eseguirli.

Per i prosciugamenti praticati durante l'esecuzione delle murature, l'appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

Scavi di cunicoli e pozzi

Il volume degli scavi per cunicoli e pozzi dovrà essere valutato geometricamente in base alle sezioni prescritte per ciascun tratto.

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:

per il taglio di piante, le estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;

per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;

per i paleggi, l'innalzamento, il carico, il trasporto e lo scarico a rinterro o a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;

per la regolazione delle scarpate o delle pareti, per lo spianamento del fondo, per 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;

per 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, scomposizioni, estrazioni e allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;

8.1 per le impalcature, i ponti e le costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;

per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

Misurazione degli scavi

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;

gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse. I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi.

Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali

I disfacimenti e i ripristini delle massicciate e delle pavimentazioni saranno valutati a metro quadrato, assumendo per la misura di tali lavori un larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di cm 30. Verranno 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 verranno 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.87. Rilevati, rinterri e vespai

Rilevati

Il volume dei rilevati e dei rinterri sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento.

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.

Preparazione del piano di posa dei rilevati

La preparazione del piano di posa dei rilevati, compresi il taglio e l'asportazione di piante, arbusti, basso bosco, ceppai e vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore non inferiore a 30 cm (da computare nel calcolo dei volumi), il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, ecc., sarà compensata per ogni metro quadrato di superficie preparata.

Riempimento con misto granulare

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc. sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

Paratie di calcestruzzo armato

Le paratie di calcestruzzo armato saranno valutate per la loro superficie effettiva misurata tra le quote di imposta delle paratie stesse e la quota di testata della trave superiore di collegamento. *Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri per la trivellazione, la fornitura e il getto del calcestruzzo, la fornitura e posa del ferro d'armatura, la formazione e successiva demolizione delle corree di guida nonché la scapitozzatura, la formazione della trave superiore di collegamento, l'impiego di fanghi bentonitici, l'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali di risulta e gli spostamenti delle attrezzature.*

Vespai

Nei prezzi dei vespai è compreso ogni onere per la fornitura di materiali e posa in opera come prescritto nelle norme sui modi di esecuzione. La valutazione sarà effettuata al metro cubo di materiali in opera.

Demolizioni, dismissioni e rimozioni

Demolizioni di tramezzi

Le demolizioni parziali o totali di tramezzi di spessore non superiore a 15 cm, compresi gli eventuali rivestimenti, saranno valutate a metro quadrato, compreso l'onere del trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta.

Demolizioni di murature

Le demolizioni parziali o totali di murature di spessore superiore a 15 cm, compresi gli eventuali rivestimenti, saranno valutate a metro cubo, compreso l'onere del trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta.

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, sarà compensato a metro cubo.

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, sarà compensato a metro quadrato.

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, sarà compensata a metro cubo di struttura demolita.

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, saranno valutate a metro quadrato.

Taglio a sezione obbligata di solaio

Il taglio a sezione obbligata di porzione di solaio, compresi l'onere del taglio della parte di pavimento prevista in progetto, del sottofondo, dello sgombero delle macerie e del loro trasporto a pubblica discarica, sarà compensato a metro quadrato.

Demolizione di controsoffitti

La demolizione di controsoffitti di qualsiasi tipo e natura, compresi l'onere del ponteggio, lo sgombero e il trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta, sarà compensata a metro quadrato di superficie demolita.

Dismissione di pavimenti e rivestimenti

La dismissione di pavimenti e rivestimenti interni quali marmi, piastrelle e simili, compresi la demolizione dell'eventuale sottostrato e il trasporto a pubblica discarica del materiale di risulta, sarà compensata a metro quadrato di superficie dismessa.

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, compresi la rimozione dello strato di malta/collante sottostante, lo sgombero dei detriti e il trasporto del materiale di risulta a pubblica discarica, sarà compensata a metro quadrato di superficie dismessa.

Rimozione di infissi

La rimozione di infissi interni o esterni, compresi mostre, telai, falsi telai, succioli, cassonetti coprirullo e il trasporto a pubblica discarica del materiale inutilizzabile, sarà compensata a metro quadrato.

Rimozione di infissi da riutilizzare

La rimozione di infissi interni o esterni, compresi mostre e telai con la necessaria accortezza, da riutilizzare dopo eventuale trattamento, sarà compensata a metro quadrato.

Rimozione di ringhiere, grate, cancelli, ecc.

La rimozione di opere in ferro quali ringhiere, grate, cancelli, anche con eventuali elementi in vetro, ecc., compreso il trasporto a pubblica di scarica del materiale inutilizzabile sarà compensata a metro quadrato.

Sostituzione di parti di ringhiere, grate, cancelli, ecc.

La sostituzione di elementi di opere in ferro quali ringhiere, grate, cancelli, ecc., compreso il trasporto a rifiuto del materiale inutilizzabile, sarà compensata a corpo.

Dismissione e rimontaggio di strutture in alluminio

La dismissione e il rimontaggio di strutture in alluminio e vetri e simili saranno compensati a corpo.

ART.88. Murature, calcestruzzi, solai, impermeabilizzazioni

Murature e tramezzi

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. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m². Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli, strombature.

Tramezzi

Tutte le tramezzature in genere, con spessore inferiore a 15 cm, saranno valutate a metro quadrato. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m². Nei prezzi della tramezzatura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli, strombature.

Sagome, cornici, cornicioni, lesene e pilastri

La formazione di sagome, di cornici, cornicioni, lesene, ecc., di qualsiasi oggetto sul paramento murario, sarà valutata a corpo.

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, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

L'armatura ad aderenza migliorata verrà compensata a parte.

Casseformi

Le casseformi e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computate a metro quadrato.

Acciaio per armature e reti elettrosaldate

Acciaio per c.a.

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 c.a., 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.

Solai, impermeabilizzazioni, rivestimenti, ecc.

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.

Impermeabilizzazioni

Le impermeabilizzazioni con malta di asfalto, bitume, guaina prefabbricata a base di bitume, membrana composita, ecc., dello spessore minimo e 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.

Isolamento termo-acustico di pareti o intercapedini di murature, solai, terrazzi, ecc.

L'isolamento termo-acustico di pareti verticali, intercapedini di murature, solai, terrazze realizzate con pannelli rigidi, posti in opera con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e le dimensioni minime progettuali, sarà compensato a metro quadrato di superficie isolata

Massetto isolante

Il massetto isolante posto in opera a qualunque altezza nel rispetto di eventuali pendenze, con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e le dimensioni minime illustrate nel progetto esecutivo, sarà compensato a metro cubo.

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**.

Lavori in metallo

Ringhiere e cancellate semplici

Le ringhiere e cancellate, con profilati di ferro scatolari o pieni e con disegni semplici e lineari, saranno valutate a peso.

Ringhiere e cancellate con ornati

Le ringhiere e cancellate di ferro con ornati o con disegni particolarmente complessi saranno valutate a corpo.

Controsoffitti e soppalchi

Soppalchi

I soppalchi in generale saranno valutati a metro quadrato di superficie di solaio realizzata.

Controsoffitti piani

I controsoffitti piani di qualsiasi forma e materiale saranno pagati a metro quadrato secondo il tipo di materiale. Nel prezzo è inclusa anche la struttura portante e/o di sospensione del controsoffitto.

Lavorazioni particolari sui controsoffitti

Gli eventuali elementi aggiuntivi di lavorazioni sui controsoffitti, quali sporgenze, rientranze, sagome particolari, cornici, ecc., saranno compensati a corpo.

Pavimenti e rivestimenti

Pavimenti

La posa in opera di pavimenti, di qualunque genere, sarà valutata a metro quadrato di superficie effettivamente eseguita. Nel prezzo si intende compresa la realizzazione dell'eventuale fuga.

Zoccolino battiscopa

La posa in opera di zoccolino battiscopa, di qualunque genere, sarà valutata a metro lineare. Nel prezzo si intende compresa la realizzazione dell'eventuale fuga.

Rivestimenti di pareti

La posa in opera di rivestimenti di piastrelle e simili verrà valutata a metro quadrato per la superficie effettivamente realizzata. Nel prezzo è compresa la posa in opera di eventuali pezzi speciali nonché la stuccatura finale delle eventuali fughe.

Intonaci

La fornitura e posa in opera di intonaci di qualsiasi tipo sarà compensata a metro quadrato di superficie effettiva, in generale escludendo i vuoti superiori ad un metro quadrato.

Tinteggiature, coloriture e verniciature

Pareti interne ed esterne

Le tinteggiature interne ed esterne di pareti e soffitti saranno in generale misurate con le stesse norme applicate per gli intonaci.

Infissi e simili

La preparazione e la successiva tinteggiatura o laccatura di infissi e simili provenienti da dismissione sarà valutata a corpo, comprendendo la dismissione e ricollocazione dell'infisso dopo il trattamento.

Opere in ferro semplici e senza ornati

Per le opere in ferro semplici e senza ornati si pagherà la superficie geometrica circoscritta vuoto per pieno misurata su di una sola faccia, ritenendo così compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione.

Opere in ferro con ornati

Per le opere in ferro con ornati sarà computata due volte l'intera loro superficie geometrica circoscritta vuoto per pieno, misurata con le norme e con le esclusioni di cui al punto precedente.

Serrande metalliche

Per le serrande metalliche si applicherà la norma di cui al punto precedente.

Infissi

Modalità di misurazione delle superfici

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, sarà misurata considerando le luci nette.

(oppure)

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, sarà misurata considerando le luci fra i telai.

(oppure)

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, sarà misurata considerando la luce massima tra 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.

Porte in legno

La fornitura e la collocazione di porte interne o di ingresso saranno valutate a corpo, compresi telai, coprifili e ferramenta e maniglie.

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., saranno valutate a metro quadrato.

Pluviali e grondaie

Tubi pluviali

I tubi pluviali (in PVC, rame, ecc.) saranno valutati a metro lineare di sviluppo in opera senza tener conto delle parti sovrapposte, esclusi 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 altri elementi di ancoraggio (in acciaio, rame).

Grondaie

Le grondaie (in PVC, rame, ecc.) saranno valutate a metro lineare di sviluppo lineare in opera, senza cioè tener conto nella misurazione delle parti sovrapposte, intendendosi comprese nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura e la posa in opera di staffe o altri elementi di ancoraggio (acciaio, rame).

ART.89. Impianti elettrici

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 sono valutati nel prezzo di ogni apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.

Canalizzazioni e cavi

I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera.

Sono compresi le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno e il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.

I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m 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 ed i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT. I terminali dei cavi a 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 sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm², 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 sono comprese le morsettiera.

Apparecchiature in generale e quadri elettrici

Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti. Sono compresi tutti gli accessori 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 comprenderà 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 saranno 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 dare l'interruttore funzionante.

I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità. Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato. Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.

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-sanitario, elettrico, riscaldamento, climatizzazione, ecc.), predisposizione e formazione di fori, nicchie per quadri elettrici, collettori, ecc.;*
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie;
- fissaggio di apparecchiature in genere 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.

Impianti d'ascensore

Gli impianti d'ascensore saranno valutati a corpo per ciascun impianto.

ART.90. Tubazioni, pozzetti prefabbricati, pezzi speciali, apparecchiature e impianti

Posa in opera di tubazioni

La fornitura e la posa in opera di tubazioni saranno valutate a metro lineare a seguito di misurazione effettuata in contraddittorio sull'asse delle tubazioni posate, senza tenere conto delle parti sovrapposte, detraendo la lunghezza dei tratti innestati in pozzetti o camerette.

Pezzi speciali per tubazioni

I pezzi speciali per la posa in opera di tubazioni (flange, flange di riduzione, riduzioni, curve, gomiti, manicotti, riduzioni, tazze, tappi di chiusura, piatti di chiusura, ecc.) saranno compensati a numero.

Valvole, saracinesche

Le valvole e le saracinesche varie saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni. Nel prezzo sono compresi anche i materiali di tenuta.

Pozzetti prefabbricati

I pozzetti prefabbricati saranno pagati ad elemento componente (elemento di base, elemento di sopralzo, piolo in acciaio rivestito, soletta di copertura, raggiungi quota, chiusino, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

Caditoie prefabbricate

Le caditoie prefabbricate saranno pagate ad elemento componente (elemento di base, anello di prolunga, anello d'appoggio, cestello in acciaio zincato, chiusino in ghisa sferoidale, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

Apparecchiature impianti

Le apparecchiature degli impianti saranno valutati a numero e secondo le caratteristiche costruttive in relazione alle prescrizioni contrattuali.

ART.91. 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.

Sono 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; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per scaldare per portare a regime i meccanismi.

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 di detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa.

ART.92. Manodopera

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi. L'appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano di gradimento alla direzione dei lavori.

Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'impresa si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

ART.93. Trasporti

Con i prezzi dei trasporti s'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 è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.