

## **PARTE SECONDA - PRESCRIZIONI TECNICHE**

### **CAPO 12 - ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE**

#### **Art. 56. Accettazione**

Tutti i materiali e i componenti occorrenti per l'esecuzione dei lavori, qualunque sia la loro provenienza, dovranno essere della migliore qualità, corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale e potranno essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore dei Lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi del regolamento.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto. In quest'ultimo caso, l'appaltatore dovrà rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri idonei a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo tecnico-amministrativo o di emissione del certificato di regolare esecuzione.

Per la provvista dei materiali in genere si richiamano espressamente le prescrizioni del Capitolato Generale e, per la scelta ed accettazione dei materiali stessi, saranno, a seconda dei casi, applicabili le norme ufficiali in vigore, all'osservazione delle quali l'appaltatore è tenuto, ad ogni effetto.

L'impresa resta comunque totalmente responsabile della riuscita delle opere, anche per quanto dipende dai materiali stessi, la cui accettazione non pregiudica in nessun caso i diritti della Stazione appaltante in sede di collaudo.

#### **Art. 57. Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali**

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la loro contabilizzazione deve essere redatta come se i materiali fossero conformi alle caratteristiche contrattuali.

#### **Art. 58. Impiego di materiali o componenti di minor pregio**

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, all'appaltatore deve essere applicata un'adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

#### **Art. 59. Impiego di materiali riciclati e di terre e rocce da scavo**

##### *60.1 Materiali riciclati*

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

##### *60.2 Riutilizzo delle terre e rocce da scavo*

La possibilità del riutilizzo delle terre e rocce da scavo è prevista dall'art. 185 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, come sostituito dall'art. 13 del D.Lgs. n. 205/2010.

Al comma 1 dell'art. 185 è disposto che non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006:

- il terreno (in situ), inclusi il suolo contaminato non scavato e gli edifici collegati permanentemente al terreno, fermo restando quanto previsto dagli artt. 239 e seguenti relativamente alla bonifica di siti contaminati dello stesso D.Lgs. n. 152/2006;
- il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato.

#### **Art. 60. Norme di riferimento e marcatura CE**

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

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

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

#### **Art. 61. Provvista dei materiali**

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

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

#### **Art. 62. Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto**

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

Nel caso in cui il cambiamento comporterà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi del regolamento n. 207/2010.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile del procedimento.

#### **Art. 63. Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche**

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente Capitolato Speciale d' Appalto, devono essere disposti dalla Direzione dei Lavori. Tutti gli oneri diretti ed indiretti derivanti, compresi quelli per il prelievo, confezionamento, trasporto dei campioni di materiali da sottoporre a prove fisico-chimico-meccaniche nonché i costi di esecuzione a cura di Laboratori Ufficiali, si intendono compresi e compensati dai prezzi contrattuali.

L'Appaltatore dovrà eseguire o far eseguire anche tutte quelle ulteriori prove e controlli, ancorché non prescritte dal presente Capitolato Speciale d' Appalto, che la Direzione dei Lavori potrà disporre in corso d'opera se ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali, dei componenti o delle lavorazioni e per verificarne la

rispondenza alle specifiche e agli standards qualitativi prefissati. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore che dovrà anche fornire la mano d'opera, le attrezzature, le opere provvisorie, i ponteggi e quant'altro necessario alla esecuzione delle prove medesime.

Per tutti gli accertamenti e le prove, si dovrà provvedere alla redazione di apposito verbale in contraddittorio con l'impresa; la certificazione effettuata dal Laboratorio Ufficiale deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

Per le opere e i materiali strutturali, le verifiche tecniche devono essere condotte in applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

#### **Art. 64. Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati**

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

### **CAPO 13 - MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE**

#### **Art. 65. Materiali e prodotti per uso strutturale**

##### *66.1 Identificazione e certificazione*

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento.
- accettati dal Direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle presenti norme per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

##### *66.2 Prove sperimentali*

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

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori Ufficiali depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

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

Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale, sentito il Consiglio Superiore dei LL.PP., che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate ovvero a quelle previste nelle presenti Norme tecniche.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, ovvero internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato.

Le proprietà meccaniche o fisiche dei materiali che concorrono alla resistenza strutturale debbono essere misurate mediante prove sperimentali, definite su insiemi statistici significativi.

##### *66.3 Procedure di controllo di produzione in fabbrica*

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008, devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione, effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto od ente di controllo.

#### 66.4 Certificato d'accettazione

Il direttore dei lavori per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e in generale nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 11.1. delle norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008, dovrà redigere il relativo certificato d'accettazione.

### Art.66. Componenti del conglomerato cementizio

#### Leganti per opere strutturali

Nelle opere strutturali oggetto delle norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008 devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965, n. 595 e norme armonizzate della serie **EN 197**), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme **EN 197-1 ed EN 197-2**.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi di tipo C, richiamati nella legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

In caso di ambienti chimicamente aggressivi si deve far riferimento ai cementi previsti dalle norme **UNI 9156** (cementi resistenti ai solfati) e **UNI 9606** (cementi resistenti al dilavamento della calce).

#### Fornitura

I sacchi per la fornitura dei cementi debbono essere sigillati ed in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altra idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e la loro analisi presso Laboratori Ufficiali. L'impresa dovrà disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

#### Marchio di conformità

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

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

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

**Tabella .1. - Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Tabella IV - Requisiti meccanici e altri del cemento (EN 12 195, n. 517)						
Classe	Resistenza alla compressione (N/mm <sup>2</sup> )				Tempo inizio presa min	Espansione  mm
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni			
	2 giorni	7 giorni				
32,5	-	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 10
32,5 R	> 10	-				
4,25	> 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5		
4,25 R	> 20	-				
52,5	> 20	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52,5 R	> 30	-				

**Tabella .2. - Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%

Solfati come (SO <sub>3</sub> )	EN 196-2	CEM I	32,5	≤ 3,5%
		CEM II (2)	32,5 R	
		CEM IV	42,5	
		CEM V	42,5 R	≤ 4,0%
			52,5	
			52,5 R	
		CEM III (3)	Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi (4)	Tutte le classi	≤ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

1) I requisiti sono espressi come percentuale in massa  
2) Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T che può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>, per tutte le classi di resistenza  
3) Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>.  
4) Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri ma in tal caso si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

**Tabella .3. - Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R
Limite inferiore di resistenza (N/mm <sup>2</sup> )	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa - Limite inferiore (min)		45			40		
Stabilità (mm) - Limite superiore		11					
Contenuto di SO3 (%) Limite superiore	Tipo I Tipo II (1) Tipo IV Tipo V	4,0			4,5		
	Tipo III/A Tipo III/B	4,5					
	Tipo III/C	5,0					
Contenuto di cloruri (%) - Limite superiore (2)		0,11					
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					

(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO<sub>3</sub> per tutte le classi di resistenza

(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

#### Metodi di prova

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

**UNI 9606** - Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione;

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

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

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

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

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

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

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

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

**UNI ENV 197-1** - Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità. Cementi comuni;

**UNI ENV 197-2** - Cemento. Valutazione della conformità;

**UNI 10397** - Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;

**UNI 10517** - Cementi Comuni. Valutazione della conformità;

**UNI ENV 413-1** - Cemento da muratura. Specifica;

**UNI EN 413-2** - Cemento da muratura. Metodi di prova.

#### *Aggregati*

Sono idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620.

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

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

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

#### *Sistema di attestazione della conformità*

I sistemi di attestazione della conformità degli aggregati, infatti, prevede due livelli:

- livello di conformità 4, che prevede lo svolgimento del Controllo di Produzione da parte del produttore;
- livello di conformità 2+, comporta l'intervento di un Organismo notificato che certifica il Controllo svolto dal produttore

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/93 è indicato nella Tabella .4.

**Tabella .4.**

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620-13055	Calcestruzzo strutturale	2+
	Uso non strutturale	4

Il Sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 1 del D.P.R. n. 246/93, comprensiva della sorveglianza, giudizio ed approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

Il Sistema 4 (autodichiarazione del produttore) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 3, del D.P.R. n. 246/93.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella 15.5 a condizione che la miscela di conglomerato cementizio confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

**Tabella .5.**

Origine del materiale da riciclo	Rck del calcestruzzo (N/mm <sup>2</sup> )	percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	<15	fino al 100%
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	≤ 35	≤ 30 %
	≤ 25	fino al 60 %
Riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati	≤ 55	fino al 5%

Per quanto riguarda gli aggregati leggeri, questi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **UNI EN 13055**. Il sistema di attestazione della conformità è quello riportato nella tabella 15.4.

#### *Marcatura CE*

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE sono riportati nel seguente prospetto:

	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	EN 13043
Aggregati leggeri - Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiacca	EN 13055-1
Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone) - Parte 1	EN 13383-1
Aggregati per malte	EN 13139
Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	EN 13242
Aggregati per massicciate ferroviarie	EN 13450

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

#### *Controlli d'accettazione*

Gli eventuali controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del Direttore dei lavori, come stabilito dalle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008, devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tabella .6, insieme ai relativi metodi di prova.

**Tabella .6.** - Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale

<b>Caratteristiche tecniche</b>	<b>Metodo di prova</b>
Descrizione petrografica semplificata	EN932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	EN933-1
Indice di appiattimento	EN933-3
Dimensione per il filler	EN933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	EN933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$ )	EN1097-2

#### *Sabbia*

La sabbia, fermo restando le considerazioni dei parafi precedenti, per il confezionamento delle malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

#### *Verifiche sulla qualità*

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito ad esami fatti, eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave ed i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale ed in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

#### *Norme per gli aggregati per la confezione di calcestruzzi*

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo il direttore dei lavori fermo restando i controlli della tabella 15.6, potrà far riferimento anche alle seguenti norme:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**UNI EN 12620:2003** - Aggregati per calcestruzzo;

**UNI EN 1744-1** - Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica.

#### *Norme per gli aggregati leggeri*

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo il direttore dei lavori fermo restando i controlli della tabella 15.6, potrà far riferimento anche alle seguenti norme:

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

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

#### *Aggiunte*

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

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

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



### *Ceneri volanti*

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, etc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche che devono soddisfare i requisiti delle **UNI EN 450** del settembre 1995.

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

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

### *Additivi*

Il loro impiego, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **EN 934-2**.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- dovranno essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non dovranno contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo, in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

### *Prodotti disarmanti*

Come disarmanti è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.

Dovranno invece essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma **UNI 8866** parti 1 e 2 per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, per altre considerazioni si veda anche l'art. 56.2.8.

### *Metodi di prova*

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

**UNI 7110** - Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata ed in acqua satura di calce;

**UNI EN 934-2** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni e requisiti;

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

### *Acqua di impasto*

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, priva di materie terrose e non essere aggressiva.

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

È vietato l'impiego di acqua di mare

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma **UNI EN 1008** come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

**Tabella .7. – Acqua di impasto**

CARATTERISTICA	PROVA	LIMITI DI ACCETTABILITA'
Ph	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati	Analisi chimica	SO <sub>4</sub> minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri	Analisi chimica	Cl minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico	Analisi chimica	minore 50 mg/litro
Contenuto totale di sali minerali	Analisi chimica	minore 3000 mg/litro
Contenuto di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/litro
Contenuto di sostanze solidi spese	Analisi chimica	minore 2000 mg/litro

#### *Classi di resistenza del conglomerato cementizio*

Sulla base della titolazione convenzionale del conglomerato mediante la resistenza cubica  $R_{ck}$  vengono definite le seguenti classi di resistenza riportate nella tabella 15.8.

**Tabella .8. – Classi di resistenza dei calcestruzzi**

CLASSE DI RESISTENZA	$R_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
molto bassa	$5 < R_{ck} \leq 15$
bassa	$15 < R_{ck} \leq 30$
media	$30 < R_{ck} \leq 55$
alta	$55 < R_{ck} \leq 85$

I conglomerati delle diverse classi di resistenza di cui alla tabella .8. trovano impiego secondo quanto riportato nella tabella .9.

**Tabella .9. – Classi di impiego dei calcestruzzi**

CLASSE DI IMPIEGO		CLASSE DI RESISTENZA
A)	Per strutture in conglomerato cementizio non armato o a bassa percentuale di armatura (punto 5.1.11)	molto bassa
B)	Per strutture semplicemente armate	bassa e media
C)	Per strutture precomprese o semplicemente armate	media
D)	Per strutture semplicemente armate e/o precomprese	alta

Per le classi di resistenza molto bassa, bassa e media, la resistenza caratteristica  $R_{ck}$  deve essere controllata durante la costruzione secondo le prescrizioni del cap. 11 delle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

Per la classe di resistenza alta, la resistenza caratteristica  $R_{ck}$  e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato, vanno accertate prima dell'inizio dei lavori e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

### **Art.67. Acciaio per cemento armato**

#### *Requisiti principali*

Gli acciai per strutture in cemento armato devono rispettare le prescrizioni delle norme tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 14 gennaio 2008, di seguito riportate.

L'appaltatore non deve porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o che siano ricoperte da sostanze che riducono sensibilmente l'aderenza al conglomerato cementizio.

#### *Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio*

##### *Controlli di produzione in fabbrica e procedure di qualificazione*

Tutti gli acciai oggetto delle norme tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 14 gennaio 2008, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con un sistema di controllo permanente della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee disponibili **EN 10080, EN 10138, EN 10025, EN 10210, EN 10219**.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della **direttiva 89/106/CE**, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.2 del D.M. 14 gennaio 2008 non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Il Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici è organismo abilitato al rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai di cui sopra.

La Procedura di Qualificazione del Prodotto prevede:

- esecuzione delle Prove di Qualificazione a cura del Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 incaricato dal Servizio Tecnico Centrale su proposta del produttore;
- invio dei risultati delle prove di qualificazione da sottoporre a giudizio di conformità al Servizio Tecnico Centrale da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 incaricato;
- in caso di giudizio positivo il Servizio Tecnico Centrale provvede al rilascio dell'Attestato di Qualificazione al produttore e inserisce il Produttore nel Catalogo Ufficiale dei Prodotti Qualificati che sarà reso disponibile sul sito internet;
- in caso di giudizio negativo, il Produttore può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione sia al Servizio Tecnico Centrale che al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di qualificazione.

Il prodotto può essere immesso sul mercato solo dopo il rilascio dell'Attestato di Qualificazione. La qualificazione ha validità 5 (cinque) anni.

##### *Mantenimento e rinnovo della Qualificazione*

Per il mantenimento della qualificazione i Produttori sono tenuti, con cadenza semestrale entro 60 giorni dalla data di scadenza del semestre di riferimento ad inviare al Servizio Tecnico Centrale:

- 1) dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo, dell'organizzazione del controllo interno di produzione in fabbrica;
- 2) i risultati dei controlli interni eseguiti nel semestre sul prodotto nonché la loro elaborazione statistica con l'indicazione del quantitativo di produzione e del numero delle prove;
- 3) i risultati dei controlli eseguiti nel corso delle prove di verifica periodica della qualità, da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001;
- 4) la documentazione di conformità statistica dei parametri rilevati (di cui ai prospetti relativi agli acciai specifici) nel corso delle prove di cui ai punti 2) e 3). Per la conformità statistica tra i risultati dei controlli interni ed i risultati dei controlli effettuati dal Laboratorio incaricato, devono essere utilizzati test statistici di confronto delle varianze e delle medie delle due serie di dati, secondo i procedimenti del controllo;
- 5) della qualità (**UNI 6809-72 e 6806-72**).

Il Produttore deve segnalare al Servizio Tecnico Centrale ogni eventuale modifica al processo produttivo o al sistema di controllo anche temporanea.

Il Servizio Tecnico Centrale esamina la documentazione, ne accerta la conformità ai requisiti previsti e rilascia l'Attestato di Conferma della qualificazione.

Ogni sospensione della produzione deve essere tempestivamente comunicata al Servizio Tecnico Centrale indicandone le motivazioni. Qualora la produzione venga sospesa per oltre un anno, la procedura di qualificazione deve essere ripetuta.

Il Servizio Tecnico Centrale può effettuare o far effettuare, in qualsiasi momento, al Laboratorio incaricato ulteriori visite ispettive finalizzate all'accertamento della sussistenza dei requisiti previsti per la qualificazione.

Al termine del periodo di validità di 5 (cinque) anni dell'Attestato di Qualificazione il produttore deve chiedere il rinnovo, il Servizio Tecnico Centrale, valutata anche la conformità relativa all'intera documentazione fornita nei 5 (cinque) anni precedenti, rinnoverà la qualificazione.

Il mancato invio della documentazione di cui sopra entro i previsti sessanta giorni ovvero l'accertamento da parte del Servizio Tecnico Centrale di rilevanti non conformità, comporta la sospensione ovvero la decadenza della qualificazione.

#### *Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati*

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e deve costantemente essere riconducibile allo stabilimento di produzione tramite la marcatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

Ogni prodotto deve essere marcato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marcatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

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

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

Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, etc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marcatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) viene scorporata, per cui una parte, o il tutto, perde l'originale marcatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

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

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio Tecnico Centrale.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il Laboratorio incaricato informa di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

#### *I controlli e la documentazione di accompagnamento*

La vigente normativa prevede le seguenti forme di controllo obbligatorie:

- controlli di produzione in stabilimento;
- controlli di accettazione nei centri di trasformazione, definiti come nel successivo punto 18.8.2.6., e in cantiere.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione.

I controlli di accettazione eseguiti in cantiere, o nei centri di trasformazione, sono riferiti a lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

*Lotti di produzione:* si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito o del fascio di barre). Un lotto di produzione è compreso tra 30 e 100 tonnellate.

*Lotti di spedizione:* sono lotti formati da un massimo di 30 t, spediti in cantiere o nei centri di trasformazione.

Tutti i lotti di spedizione, anche se parte di un'unica fornitura, di acciaio devono essere accompagnati dall'attestato di qualificazione del Produttore rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Su tale attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto del produttore.

Tutti i lotti di spedizione effettuati da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnati dalla copia dell'attestato di qualificazione del Produttore, sul quale deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto fino al commerciante o al trasformatore intermedio. I controlli in cantiere, eseguiti su ciascun lotto di spedizione, possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da un centro di trasformazione, in quest'ultimo caso la certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali, le quantità fornite, il cantiere di destinazione. Nel caso in cui il centro di trasformazione proceda ad eseguire i controlli di cui sopra, ha l'obbligo di nominare un Direttore Tecnico che, in possesso dei requisiti definiti per norma per il direttore dei lavori, assume la responsabilità del controllo dei materiali.

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

I controlli sono effettuati secondo le modalità indicate al punto 11.3.2 del D.M. 14 gennaio 2008.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### *Prove di qualificazione e verifiche periodiche della qualità*

I laboratori incaricati, di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, devono operare secondo uno specifico piano di qualità approvato dal Servizio Tecnico Centrale.

I certificati di prova emessi dovranno essere uniformati ad un modello standard elaborato dal Servizio Tecnico Centrale.

I relativi certificati devono contenere almeno:

- l'identificazione dell'azienda produttrice e dello stabilimento di produzione;
- l'indicazione del tipo di prodotto e della eventuale dichiarata saldabilità;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma della qualificazione (per le sole verifiche periodiche della qualità);
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato;
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto ed i risultati delle prove eseguite;
- l'analisi chimica per i prodotti dichiarati saldabili (o comunque utilizzati per la fabbricazione di prodotti finiti elettrosaldati);
- le elaborazioni statistiche previste dal D.M. 14 gennaio 2008;

I prelievi in stabilimento sono effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.

Le prove possono essere effettuate dai tecnici del laboratorio incaricato, anche presso lo stabilimento del produttore, qualora le attrezzature utilizzate siano tarate e la loro idoneità sia accertata e documentata.

Di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione nel rapporto di prova nel quale deve essere presente la dichiarazione del rappresentante del laboratorio incaricato relativa all'idoneità delle attrezzature utilizzate.

In caso di risultato negativo delle prove il Produttore deve individuare le cause e apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di verifica.

Le specifiche per l'effettuazione delle prove di qualificazione e delle verifiche periodiche della qualità, ivi compresa la cadenza temporale dei controlli stessi, sono riportate rispettivamente nei punti seguenti del D.M. 14 gennaio 2008:

punto 11.3.2.11, per acciai per cemento armato in barre o rotoli;

punto 11.3.2.12, per acciai per reti e tralicci elettrosaldati;

punto 11.3.4.11, per acciai per carpenterie metalliche.

#### *Acciaio per cemento armato e cemento armato precompresso*

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui ai punti precedenti e controllati con le modalità riportate nel paragrafo 11.3.3.11 del D.M. 14 gennaio 2008.

#### *Acciaio per cemento armato laminato a caldo*

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato B450C deve essere caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

$f_{v \text{ nom}}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm <sup>2</sup>

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella .1:

**Tabella .1. – L'acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C**

	CARATTERISTICHE
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}}$ (N/mm <sup>2</sup> )
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}}$ (N/mm <sup>2</sup> )
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,13$ $\leq 1,35$
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\geq 7\%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	
$\varnothing < 12 \text{ mm}$	4 $\varnothing$
$12 \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$	5 $\varnothing$
per $16 < \varnothing \leq 25 \text{ mm}$	8 $\varnothing$
per $25 < \varnothing \leq 50 \text{ mm}$	10 $\varnothing$

#### *Acciai per cemento armato trafilati a freddo*

L'acciaio trafilato a freddo, denominato B450C è caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio laminato a caldo B450C, deve rispettare i requisiti nella seguente tabella .2.

**Tabella .2. – L'acciaio per cemento armato laminato a caldo B450A**

	CARATTERISTICHE
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}}$ (N/mm <sup>2</sup> )
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}}$ (N/mm <sup>2</sup> )
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\geq 3\%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	
per $\varnothing < 12 \text{ mm}$	4 $\varnothing$

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al punto 6.3.

Nel caso in cui l'acciaio trafilato a freddo rispetti le prescrizioni di cui alla tabella .1, valgono le prescrizioni relative all'acciaio laminato a caldo.

### *Accertamento delle proprietà meccaniche*

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle **UNI EN ISO 15630-1** e **UNI EN ISO 15630-2**.

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

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

### *Caratteristiche dimensionali*

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

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati o preassemblati in appositi centri di trasformazione, a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera, quali:

- elementi presagomati (staffe, ferri piegati, ecc);
- elementi preassemblati (gabbie di armatura, ecc.).

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

### *Barre e rotoli*

Le barre sono caratterizzate dal diametro  $\varnothing$  della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a  $7,85 \text{ kg/dm}^3$ .

Il diametro  $\varnothing$  delle barre deve essere compreso tra 6 e 50 mm.

Per barre con diametri superiori a 40 mm la struttura va considerata composta e valgono le regole delle strutture composte acciaio-conglomerato cementizio.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a  $\varnothing \leq 16 \text{ mm}$  per B450C e fino a  $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$  per B450A.

### *Procedure di controllo in stabilimento*

Il direttore dei lavori dovrà richiedere i risultati dei controlli in stabilimento previsti dal punto 11.3.2.11. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008, tali controlli devono riguardare i controlli sistematici:

- prove di qualificazione;
- prove di verifica della qualità;
- controlli sui singoli lotti di produzione.

### *Reti e tralicci elettrosaldati*

Si intendono per reti elettrosaldate le armature costituite da due sistemi di barre parallele ortogonali equidistanziate, assemblate per saldatura negli incroci chiamati nodi. Gli acciai delle reti elettrosaldate devono essere saldabili.

La equidistanza non può superare 330 mm.

I tralicci sono elementi reticolari composti da barre ed assemblati mediante saldature. Gli acciai per i tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.

Le reti ed i tralicci costituiti con acciai di cui al punto 11.3.2.5 delle norme tecniche di cui D.M. 14 gennaio 2008 devono avere diametro  $\varnothing$  compreso tra 6 e 16 mm se realizzati con acciaio di cui al paragrafo 11.3.2.1 e diametro  $\varnothing$  compreso tra 5 e 10 mm se realizzati con acciaio di cui al paragrafo 11.3.2.2 del medesimo D.M.

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la **UNI EN ISO 15630-2** pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi devono essere dotati della prevista qualificazione. Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marcatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marcatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marcatura supplementare indelebile identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento la marcatura del prodotto finito può coincidere con la marcatura dell'elemento base.

**Tabella .3. - Peso delle reti elettrosaldate**

Diametro Ø mm	Peso barra kg/m	Peso in una direzione kg/m <sup>2</sup>								
		Interasse tondini in mm								
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,099	1,98	1,32	0,99	0,79	0,66	0,49	0,39	0,33	0,28
5	0,154	3,08	2,05	1,54	1,23	1,03	0,77	0,62	0,51	0,44
6	0,222	4,44	2,96	2,22	1,78	1,48	1,11	0,89	0,75	0,63
7	0,302	6,04	4,03	3,02	2,42	2,01	1,51	1,21	1,01	0,86
8	0,394	7,89	5,26	3,94	3,15	2,63	1,97	1,58	1,31	1,13
9	0,499	9,98	6,60	4,99	4,00	3,30	2,49	1,98	1,65	1,43
10	0,617	12,30	8,18	6,17	4,93	4,09	3,08	2,45	2,04	1,76
11	0,746	14,90	9,84	7,46	5,97	4,92	3,73	2,96	2,46	2,13
12	0,888	17,80	11,80	8,88	7,10	5,88	4,44	3,52	2,94	2,54

**Tabella .4. - Sezioni delle reti elettrosaldate**

Diametro Ø mm	Sezione barra cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> per metro								
		Barre portanti					Barre trasversali			
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,126	2,52	1,68	1,26	1,01	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36
5	0,196	3,93	2,62	1,96	1,57	1,31	0,98	0,79	0,65	0,56
6	0,283	5,65	3,77	2,83	2,30	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81
7	0,385	7,69	5,13	3,85	3,00	2,56	1,92	1,54	1,28	1,10
8	0,502	10,05	6,70	5,02	4,00	3,35	2,51	2,01	1,67	1,43
9	0,635	12,70	8,45	6,35	5,10	4,23	3,18	2,54	2,12	1,81
10	0,785	15,70	10,50	7,85	6,30	5,22	3,92	3,14	2,61	2,24
11	0,947	18,90	12,60	9,47	7,60	6,31	4,74	3,79	3,15	2,71
12	1,130	22,60	15,10	11,30	9,10	7,53	5,65	4,52	3,76	3,23

#### *Procedure di controllo in stabilimento*

Il direttore dei lavori dovrà richiedere i risultati dei controlli in stabilimento previsti dal punto 11.3.1.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008, tali controlli devono riguardare i controlli sistematici:

- prove di qualificazione;
- prove di verifica della qualità;
- controlli sui singoli lotti di produzione.

#### *Saldabilità*

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nel tabella 16.5. dove il calcolo del carbonio equivalente  $C_{eq}$  è effettuato con la seguente formula:

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

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

**Tabella .5**

Massimo contenuto di elementi chimici in %			
		Analisi di	Analisi di colata



Carbonio	C	prodotto 0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equivalente	C <sub>eq</sub>	0,52	0,50

a) È possibile eccedere il valore max. di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del C<sub>eq</sub> venga ridotto dello 0,02% in massa.

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

#### *Tolleranze dimensionali*

La deviazione ammissibile per la massa nominale deve essere come riportato nel Tabella 16.6 seguente.

**Tabella .6.**

Diametro nominale, (mm)	5 a ≤ 8	> 8 ≤ 50
Tolleranza in % sulla sezione	± 6	± 4,5

#### *Acciai zincati*

È ammesso l'uso di acciai zincati purché le caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali.

La qualificazione e, di conseguenza, la relativa verifica delle caratteristiche sopra indicate deve essere effettuata sul prodotto finito, dopo il procedimento di zincatura.

La marcatura deve consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura; pertanto, nel caso in cui la zincatura venga effettuata su prodotti già qualificati all'origine e, quindi, dotati di marcatura indelebile, deve essere prevista una marcatura aggiuntiva che identifichi lo stabilimento di zincatura.

Per essi la qualificazione con le successive verifiche è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

#### *Controlli nei centri di trasformazione o nei luoghi di lavorazione delle barre. Accettazione in cantiere.*

I controlli sono obbligatori e devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10 del D.M. 14 gennaio 2008, in ragione di 3 spezzoni, marcati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri della partita. Il campionamento e le prove devono essere eseguiti entro 30 giorni dalla consegna delle barre in cantiere e comunque sempre prima della messa in opera del prodotto.

Il controllo della resistenza, la verifica dell'allungamento e del piegamento, per uno stesso diametro, viene eseguito secondo le prescrizioni di cui alle **UNI EN ISO 15630-1** e **UNI EN ISO 15630-2**. valori minimi, limite, che devono essere rispettati per ciascun provino, sono i seguenti:

#### **Valori Limite di Accettazione**

Caratteristica	Valore limite	NOTE
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450-25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450x(1, 25+0,02)]
$A_{gt}$ minimo	≥ 5.0%	per acciai laminati a
$A_{gt}$ minimo	≥ 1.0%	per acciai trafilati a
Rottura/snervamento	$1.11 \leq f_t/f_y \leq 1.37$	per acciai laminati a
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1.03$	per acciai trafilati a
Piegamento/raddrizzame	assenza di cricche	per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire impiegando diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso in cui l'esito delle prove determini una non conformità si dovrà procedere dallo stesso fascio ma da barre diverse dello stesso diametro al prelievo ed alle prove di tre ulteriori provini, salvo quando l'esito negativo sia riconducibile ad un difetto o si abbia ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, in questo caso il risultato della prova stessa deve essere ignorato ed è sufficiente prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se ciascuno dei tre risultati validi della prova è compreso nei limiti sopra richiamati, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da elementi diversi del lotto in presenza del produttore o di un suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove che devono essere eseguite presso un laboratorio inserito nell'Albo dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico di progetto e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori o di tecnico di sua fiducia e nel caso di un centro di trasformazione dal Direttore Tecnico, che assume le responsabilità affidate per norma al Direttore dei Lavori, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori, ovvero dal Direttore Tecnico, e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo e deve essere integrata dalla dichiarazione, rilasciata dal legale rappresentante del centro di trasformazione, di impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico del centro di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi della vigente normativa e non possono essere accettate.

I certificati emessi dai laboratori 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;
- la descrizione e l'identificazione 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;
- i valori di resistenza misurati e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I controlli in cantiere sono obbligatori, devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri richiamati al punto 11.3.2.10 del D.M. 14 gennaio 2008 e le proprietà meccaniche devono essere ricavate secondo le disposizioni di cui al punto 11.3.2.10.4 dello stesso decreto.

I controlli in cantiere, eseguiti su ciascun lotto di spedizione, possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da un centro di trasformazione, in questo caso la certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380 deve essere richiesta dal Direttore tecnico, che assume le responsabilità affidate per norma al Direttore dei lavori, e deve essere specifica per ciascun cantiere e per ogni consegna oltre a riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali, le quantità fornite, il cantiere di destinazione.

Resta nella discrezionalità del direttore dei lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (per esempio, indice di aderenza, saldabilità).

#### *Prove di aderenza*

Ai fini della qualificazione, le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza secondo il metodo Beam - test da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, con le modalità specificate nella **CNR-UNI 10020** (gennaio 1971). La tensione di aderenza  $t_d$  valutata secondo la CNR-UNI 10020 (gennaio 1971) verrà riferita ad una resistenza nominale del calcestruzzo di  $27 \text{ N/mm}^2$ , mediante l'applicazione della seguente formula di correzione:

Le tensioni tangenziali di aderenza  $\tau_m$  e  $\tau_r$  desunte dalla prova, come media dei risultati ottenuti sperimentando almeno quattro travi per ogni diametro, devono soddisfare le condizioni seguenti:

$$\tau_m \geq \tau_m^* = 8 - 0,12 \varnothing$$

$$\tau_r \geq \tau_r^* = 13 - 0,19 \varnothing$$

ove  $\tau_m$ ,  $\tau_m^*$ ,  $\tau_r$ ,  $\tau_r^*$ , sono espressi in  $\text{N/mm}^2$  e  $\varnothing$  è espresso in mm.

Per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si calcolerà per un numero significativo di barre il valore dell'indice di aderenza  $I_R$  definito dall'espressione:

$$I_R = \frac{2 \cdot a_m \cdot l_R \cdot \cos(90^\circ - \beta)}{\pi \cdot \varnothing_n \cdot c}$$

confrontando quindi il valore medio di  $I_R$  con il corrispondente  $I_R(L)$  valutato sulle barre provate in laboratorio.

La partita è ritenuta idonea se è verificata al meno una delle due seguenti ineguaglianze (A) e (B):

$$\frac{I_R}{I_R(L)} \geq \frac{\tau_m^*}{\tau_m} \quad (A)$$

$$I_R \geq 0,048 \text{ per } 5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 6 \text{ mm}$$

$$I_R \geq 0,055 \text{ per } 6 \text{ mm} < \varnothing \leq 8 \text{ mm} \quad (B)$$

$$I_R \geq 0,060 \text{ per } 8 \text{ mm} < \varnothing \leq 12 \text{ mm}$$

$$I_R \geq 0,065 \text{ per } \varnothing > 12 \text{ mm}$$

essendo:

$\tau_m^*$  = valore limite di  $\tau_m$  quale sopra definito per il diametro considerato;

$\tau_m$ ,  $\tau_r$  = valori desunti dalle prove di laboratorio;

$\varnothing_n$  = diametro nominale della barra;

$c$  = interasse delle nervature;

$a_m$  = altezza media delle nervature;

$\beta$  = inclinazione delle nervature sull'asse della barra espressa in gradi;

$l_R$  = lunghezza delle nervature;

$I_R$  = valore di  $I_R$  determinato sulle barre della fornitura considerata;

$I_R(L)$  = valore di  $I_R$  determinato sulle barre provate in laboratorio.

Qualora il profilo comporti particolarità di forma non contemplate nella definizione di  $I_R$  (per esempio nocciolo non circolare), l'ineguaglianza (A) deve essere verificata per i soli risalti o nervature.

Nel certificato di prova devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature e deve, inoltre, essere indicata quale delle due disuguaglianze (A) o (B) viene rispettata.

#### *Norme di riferimento*

**UNI 8926** - Fili di acciaio destinati alla fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati per cemento armato strutturale.

**UNI 8927** - Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale;

**UNI 9120** - Disegni tecnici. Disegni di costruzione e d'ingegneria civile. Distinta dei ferri;

**UNI 10622** - Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo;

**CNR UNI 10020** - Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata;

**UNI ENV 10080** - Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500.

Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate;

**UNI ISO 10065** - Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento;

**UNI ISO 3766** - Disegni di costruzioni e d' ingegneria civile. Rappresentazione simbolica delle armature del calcestruzzo;

**UNI ISO 10287** - Acciaio per calcestruzzo armato. Determinazione della resistenza dei nodi delle reti saldate.

**UNI EN ISO 15630-1** - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova .  
Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato

**UNI EN ISO 15630-2** - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso . Metodi di prova .  
Parte 2: Reti saldate

Tutti i leganti dovranno essere conservati in magazzini coperti su tavolati in legno ben riparati dall'umidità o in sili. Per la misurazione, sia a peso che a volume, il legante dovrà essere perfettamente asciutto.

## **Art. 68. Acciaio per strutture metalliche**

### *Generalità*

L'acciaio per strutture metalliche deve rispondere alle prescrizioni delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Possono essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della **direttiva 89/106/CEE**. Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle Infrastrutture, Servizio Tecnico Centrale.

È consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli sopra indicati purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti norme.

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

Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla **EN 1090**.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico	$E = 210.000$	$\text{N/mm}^2$
modulo di elasticità trasversale	$G = E/2(1+ \nu)$	$\text{N/mm}^2$
coefficiente di Poisson	$\nu = 0,3$	
coefficiente di espansione termica lineare (per temperature fino a 100 °C)	$\alpha = 12 \times 10^{-6}$	$\text{per}^\circ\text{C}^{-1}$
densità	$\rho = 7850$	$\text{kg/m}^3$

### *Acciaio laminato*

#### *Prodotti piani e lunghi*

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere a uno dei tipi previsti nella norma **EN 10025-1÷6** e devono essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale secondo le procedure di cui al punto 18.2.4.8.

Il produttore dichiara, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.I dell'appendice ZA della norma europea **EN 10025-1**. Tali caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche.

Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

#### *Profilati cavi*

Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo), devono appartenere a uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche riportate nelle specifiche norme europee elencate nella successiva tabella 18.1 nelle classi di duttilità JR, J0, J2 e K2.

Il produttore dichiara le caratteristiche tecniche che devono essere contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

Le caratteristiche tecniche per i profilati cavi devono essere in accordo con quanto previsto dalle tabelle delle norme di riferimento: **EN 10210-1** e **EN 10219-1**, e riassunte come riportato nella tabella .1.:

**Tabella .1 - Caratteristiche tecniche per i profilati cavi**

ACCIAIO	NORMA EUROPEA	TABELLE DI RIFERIMENTO
Profilati cavi finiti a caldo	EN 10210-1	Non legati: A1, A.2, A.3 A grano fine: B1, B.2 - B.3
Profilati cavi saldati formati a freddo	EN 10219-1	A1, A2, A3 Materiale di partenza allo stato: Normalizzato: B1, B3, B4 Termomeccanico: B2, B3, B5

Le prove ed i metodi di misura sono quelli previsti dalle norme suddette.

#### *Controlli sui prodotti laminati*

I controlli sui laminati verranno eseguiti secondo le prescrizioni di cui al punto 18.4.8.

#### *Fornitura dei prodotti laminati*

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al punto 18.1.3.

#### *Acciaio per getti*

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare getti di acciaio Fe G 400, Fe G 450, Fe G 520 **UNI 3158** ed **UNI 3158 FA 152-85** o equivalenti.

Quando tali acciai debbano essere saldati, devono sottostare alle stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza simile.

#### *Acciaio per strutture saldate*

##### *Composizione chimica degli acciai*

Gli acciai da saldare, oltre a soddisfare le condizioni indicate al punto 18.2.1, devono avere composizione chimica contenuta entro i limiti previsti dalle norme europee applicabili.

#### *Fragilità alle basse temperature*

La temperatura minima alla quale l'acciaio di una struttura saldata può essere utilizzato senza pericolo di rottura fragile, in assenza di dati più precisi, deve essere stimata sulla base della temperatura  $T$  alla quale per detto acciaio può essere garantita una resilienza  $KV$ , secondo le norme europee applicabili.

La temperatura  $T$  deve risultare minore o uguale a quella minima di servizio per elementi importanti di strutture saldate soggetti a trazione con tensione prossima a quella limite aventi spessori maggiori di 25 mm e forme tali da produrre sensibili concentrazioni locali di sforzi, saldature di testa o d'angolo non soggette a controllo, od accentuate deformazioni plastiche di formatura. A parità di altre condizioni, via via che diminuisce lo spessore, la temperatura  $T$  può innalzarsi a giudizio del progettista fino ad una temperatura di circa 30 °C maggiore di quella minima di servizio per spessori dell'ordine di 10 millimetri.

Un aumento può aver luogo anche per spessori fino a 25 mm via via che l'importanza dell'elemento strutturale decresce o che le altre condizioni si attenuano.

#### *Bulloni e Chiodi*

##### *Bulloni*

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle **UNI EN ISO 4016** ed alle **UNI 5592** devono appartenere alle sotto indicate classi delle **UNI EN 20898**, associate nel modo indicato nella tabella .2.

**Tabella .2**

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

#### *Bulloni per giunzioni ad attrito*

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella 18.2, viti e dadi, devono essere associati come indicato nella tabella .3.

Viti, dadi, rosette e/o piastrine devono provenire da un unico produttore.

**Tabella .3**

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 - 10.9 secondo UNI EN 898-1	UNI 5712
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 20898-2	UNI 5713
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷40	UNI 5714
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40	UNI 5715 UNI 5716

#### *Chiodi*

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla **UNI EN 10263-1 a 5**.

#### *Acciai inossidabili*

Nell'ambito delle indicazioni generali, è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.

In particolare per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione ed al controllo.

#### *Procedure di controllo su acciai da carpenteria*

##### *Generalità*

I prodotti assoggettabili al procedimento di qualificazione sono, suddivisi per gamma merceologica, i seguenti:

- laminati mercantili, travi ad ali parallele del tipo IPE e HE, travi a I e profilati a U;
- lamiere e nastri, travi saldate e profilati aperti saldati;
- profilati cavi circolari, quadrati o rettangolari senza saldature o saldati.

#### *Elementi di lamiera grecata e profilati formati a freddo*

Gli elementi di lamiera grecata ed i profilati formati a freddo, ivi compresi i profilati cavi saldati non sottoposti a successive deformazioni o trattamenti termici, devono essere realizzati utilizzando lamiere o nastri di origine, qualificati secondo le procedure indicate ai successivi punti.

Il produttore dichiara, nelle forme, previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma europea **EN 14782**. Tali caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche.

Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

I produttori possono, in questo caso, derogare dagli adempimenti previsti al punto 11.3.1. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte del laboratorio incaricato) ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, qualificati all'origine, da essi utilizzati.

Il produttore di lamiere grecate deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche dei prodotti e che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

I produttori sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la fabbricazione dei prodotti, realizzati con materiale base qualificato.

I prodotti finiti devono essere marcati, secondo le modalità previste dal punto 11.3.1. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 ed il marchio deve essere depositato presso il Servizio Tecnico Centrale.

La dichiarazione sopracitata ed il deposito del marchio, devono essere confermati annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

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

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica, ed inoltre ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### *Controlli in stabilimento*

##### *Suddivisione dei prodotti*

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

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

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

Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo di 40 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** in base al numero dei pezzi.

##### *Prove di qualificazione*

Ai fini della qualificazione il produttore deve produrre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche ove pertinenti e meccaniche riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita ad una produzione consecutiva relativa ad un periodo di tempo di almeno sei mesi e ad un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque  $\geq 2.000$  t oppure ad un numero di colate o di lotti  $\geq 25$ .

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno 30 prove su saggi appositamente prelevati.

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

##### *Controllo continuo della qualità della produzione*

Il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.

In particolare, per quanto riguarda i prodotti finiti, deve procedere ad una rilevazione di tutte le caratteristiche chimiche ove applicabili e meccaniche previste dalle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

La rilevazione dei dati di cui sopra deve essere ordinata cronologicamente su appositi registri distinti per qualità, per prodotto o per gruppi di prodotti (come sopra indicato) e per gamme di spessori, come specificato nella norma di prodotto.

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

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

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

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

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

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

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

#### *Verifica periodica della qualità*

Il laboratorio incaricato effettua periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di 30 prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno 2 per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente.

Inoltre il laboratorio incaricato effettua le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da 3 campioni per ciascun tipo sopradetto.

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

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

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

Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai con snervamento o resistenza inferiori al tipo S235, si utilizza un coefficiente di variazione pari a 9%.

Per gli stessi acciai con caratteristiche comprese tra i tipi S235 ed S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.

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

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

#### *Controlli su singole colate*

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.

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

#### *Officine di trasformazione*

Si definisce officina di trasformazione un impianto che riceve dal produttore di acciaio elementi base e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in acciaio.

L'officina di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nell'officina di trasformazione, vengono utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate nel controllo di produzione in fabbrica.

Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo di lavorazione e deve assicurarsi che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla consegna.



Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali devono comprendere l'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale degli elementi base e il certificato del sistema di gestione della qualità.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile l'officina di trasformazione stessa, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine; tale marcatura sarà depositata presso il Servizio Tecnico Centrale.

Le officine di trasformazione sono identificate come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenute ad effettuare i controlli obbligatori previsti in cantiere.

A tal fine è fatto obbligo a tali officine di nominare un Direttore Tecnico dello stabilimento che assume le responsabilità affidate, per norma, al direttore dei lavori.

L'esecuzione delle prove presso l'officina di trasformazione non esclude che il direttore dei lavori dell'opera, nell'ambito della propria discrezionalità, possa effettuare in cantiere tutti gli eventuali ulteriori controlli che ritenga opportuni.

Le officine di trasformazione sono tenute a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, indicando la loro organizzazione, i procedimenti di saldatura e di sagomatura impiegati, i materiali utilizzati, nonché le modalità di marcatura per l'identificazione dell'officina nonché fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

Nella dichiarazione deve, inoltre, essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine.

Alla dichiarazione deve essere allegata la nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali

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

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

Ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali deve essere accompagnata, in aggiunta alla documentazione relativa all'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, da copia dei certificati delle prove fatte eseguire dal direttore tecnico responsabile dello stabilimento e della sopra citata dichiarazione.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### *Centri di prelavorazione di componenti strutturali*

Si definiscono centri di prelavorazione o di servizio, quegli impianti che, ricevendo dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) realizzano elementi singoli prelavorati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di trasformazione per la realizzazione di strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

Il centro di prelavorazione deve dotarsi di un sistema di garanzia della qualità delle lavorazioni allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche del materiale e che il prodotto finito abbia i requisiti previsti dalle presenti norme.

È fatto obbligo a tali centri di nominare un responsabile tecnico che dovrà certificare che tutte le prelavorazioni siano state eseguite in conformità alle specifiche richieste. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

#### *Controlli in cantiere*

I controlli in cantiere sono obbligatori.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo 3 prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

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

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

Deve inoltre essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nella **EN 1090** e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

#### *Prelievo e domanda di prova al laboratorio*

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori, ovvero dal direttore tecnico, o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori ovvero dal direttore tecnico e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dell'officina di trasformazione, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai fini del D.M. 14 gennaio 2008 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

#### *Certificato di prova*

I certificati emessi dai laboratori 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;
- la descrizione e l'identificazione 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;
- i risultati delle prove eseguite.

I certificati devono, inoltre, riportare l'indicazione del marchio identificativo rilevato. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza con riferimento alle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

#### *Bulloni e chiodi*

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato, con livello di attestazione della qualità 2+, da parte di un organismo notificato, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

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

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

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

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

Ogni fornitura in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche, di bulloni o chiodi deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del Servizio Tecnico Centrale. I controlli di accettazione sono obbligatori e devono rispettare i piani di campionamento e le prescrizioni di cui alla **UNI EN 20898/1**, della quale si riportano in estratto nella tabella 18.4 i successive tabelle 18.4 e 18.5, e **UNI EN 20898/2**.

Tabella .4

Prospetto IV — Direttiva per i programmi di prova (vedere prospetto V)

Dimensioni	Viti con diametro di filettatura $d \leq 4$ mm o con lunghezza nominale $l < 2,5d$ <sup>1)</sup>	Viti con diametro di filettatura $d > 4$ mm e con lunghezza nominale $l \geq 2,5d$
Prova decisiva per l'accettazione	○	●
1) Inoltre, viti con particolari configurazioni della testa e del gambo meno resistenti della parte filettata.		

Tabella .5

Prospetto V — Programmi di prova A e B per l'accettazione  
(Questi programmi si riferiscono alle caratteristiche meccaniche e non a quelle chimiche)

Gruppo di prova	Caratteristica		Programma di prova A				Programma di prova B			
			Metodo di prova		Classi di resistenza		Metodo di prova		Classi di resistenza	
					3.6, 4.6, 5.6	8.8, 9.8, 10.9, 12.9			3.6, 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8	8.8, 9.8, 10.9, 12.9
I	5.1 e 5.2	Carico di rottura minimo, $R_m$	8.1	Prova di trazione	●	●	8.2	Prova di trazione <sup>1)</sup>	●	●
	5.3	Durezza minima <sup>2)</sup>	8.3	Prova di durezza <sup>3)</sup>	○	○	8.3	Prova di durezza <sup>3)</sup>	○	○
	5.4 e 5.5	Durezza massima			●	●			●	●
					○	○			○	○
	5.6	Durezza massima superficiale				●				●
II	5.7	Carico unitario di snervamento minimo, $R_{eL}$	8.1	Prova di trazione su provetta	●					
	5.8	Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità, $R_{p0.2}$	8.1	Prova di trazione		●				
	5.9	Carico unitario di prova, $S_p$					8.4	Prova di carico	●	●
III	5.10	Allungamento percentuale minimo dopo rottura, $A$ min.	8.1	Prova di trazione	●	●				
	5.11	Resistenza a trazione con appoggio a cuneo <sup>4)</sup>					8.5	Prova di trazione con appoggio a cuneo <sup>1)</sup>	●	●
IV	5.12	Resilienza minima	8.6	Prova di resilienza <sup>5)</sup>	● <sup>6)</sup>	●	8.6			
	5.13	Tenacità della testa <sup>7)</sup>					8.7	Prova di tenacità della testa	○	○
V	5.14	Zona massima di decarburazione	8.8	Prova di decarburazione		●	8.8	Prova di decarburazione		●
	5.15	Temperatura minima di rinvenimento	8.9	Prova di secondo rinvenimento		●	8.9	Prova di secondo rinvenimento		●
	5.16	Difetti superficiali	8.10	Controllo dei difetti superficiali	●	●	8.10	Controllo dei difetti superficiali	●	●
1) Se la prova di trazione con appoggio a cuneo è soddisfacente, non è necessario eseguire la prova di trazione assiale su vite. 2) La prova di durezza minima viene eseguita solamente su prodotti aventi lunghezza nominale $l < 2,5 d$ e su altri prodotti che non possono essere sottoposti a prova di trazione (per esempio, a causa della forma della testa). 3) La prova di durezza può essere eseguita secondo i metodi Vickers, Brinell o Rockwell. In caso di incertezza è comunque decisiva la prova Vickers. 4) Le viti aventi teste di forme particolari che siano meno resistenti della sezione resistente sono escluse dalla prova di trazione con cuneo. 5) Solamente per viti con diametro nominale di filettatura $d \geq 16$ mm, e solo su richiesta del committente. 6) Solamente per la classe di resistenza 5.6. 7) Solamente per viti di diametro nominale di filettatura $d \leq 16$ mm e di lunghezza troppo corta per poter eseguire la prova di trazione con appoggio a cuneo.										

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori, ovvero dal direttore tecnico, o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori ovvero dal direttore tecnico e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dell'officina di trasformazione, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non

possono assumere valenza ai fini del D.M. 14 gennaio 2008 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### *Norme di riferimento*

##### *Esecuzione*

**UNI 552:1986** - Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni

**UNI 3158:1977** - Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove

**UNI ENV 1090-1:2001** - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici

**UNI ENV 1090-2:2001** - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo

**UNI ENV 1090-3:2001** - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento

**UNI ENV 1090-4:2001** - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi

**UNI ENV 1090-6:2003** - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile

**UNI EN ISO 377:1999** - Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche

**UNI EN 10002-1:1992** - Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente)

**UNI EN 10045-1:1992** - Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova

##### *Elementi di collegamento*

**UNI EN ISO 898-1:2001** - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere

**UNI EN 20898-2:1994** - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso

**UNI EN 20898-7:1996** - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm

**UNI 5592:1968** - Dadi esagonali normali. Filettatura metrica Iso a passo grosso e a passo fine. Categoria C

**UNI EN Iso 4016:2002** - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C

##### *Profilati cavi*

**UNI EN 10210-1:1996** - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura

**UNI EN 10210-2:1999** - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

**UNI EN 10219-1:1999** - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura

**UNI EN 10219-2:1999** - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

##### *Prodotti laminati a caldo*

**UNI EN 10025-1:2005** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura

**UNI EN 10025-2:2005** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali

**UNI EN 10025-3:2005** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato

**UNI EN 10025-4:2005** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica

**UNI EN 10025-5:2005** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

**UNI EN 10025-6:2005** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati

#### *Saldature*

##### *Raccomandazioni e procedure*

**UNI EN 288-3:1993** - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai

**UNI EN ISO 4063:2001** - Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni

**UNI EN 1011-1:2003** - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Guida generale per la saldatura ad arco

**UNI EN 1011-2:2003** - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco per acciai ferritici

**UNI EN 1011-3:2005** - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco di acciai inossidabili

**UNI EN 1011-4:2005** - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio

**UNI EN 1011-5:2004** - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati

##### *Preparazione dei giunti*

**UNI EN 29692:1996** - Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio.

##### *Qualificazione dei saldatori*

**UNI EN 287-1:2004** - 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

##### *Controlli non distruttivi*

**UNI EN 1713:2003** – Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature

**UNI EN 1714:2003** - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati

**UNI EN 1289:2003** - Controllo non distruttivo delle saldature mediante liquidi penetranti. Livelli di accettabilità

**UNI EN 1290:2003** - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature

**UNI EN 12062:2004** - Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici

**UNI EN 473:2001** - Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

### **Art. 69. Muratura portante**

#### *Elementi per muratura*

Gli elementi per muratura portante devono essere in possesso di attestato di conformità alla relativa norma europea armonizzata della serie **EN 771**, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella seguente tabella:

**Tabella .1**

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Categoria	Sistema di Attestazione della Conformità
Specifica per elementi per muratura - Elementi per muratura di laterizio,	CATEGORIA 1	2+

silicato di calcio, in calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri), calcestruzzo aerato autoclavato, pietra agglomerata. UNI EN 771-1-2-3-4-5	CATEGORIA 2	4
--	-------------	---

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

Il Sistema 4 (autodichiarazione del produttore) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 3, del D.P.R. n. 246/1993.

L'uso di elementi per muratura portante di Categoria 1 e 2 è subordinato all'adozione, nella valutazione della resistenza ammissibile, del corrispondente coefficiente di sicurezza  $\gamma_m$  riportato nel relativo paragrafo 5.4.

Il produttore degli elementi per muratura portante dichiara, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui alla tabella .2, in conformità all'appendice ZA della parte armonizzata della norma europea della serie EN 771.

**Tabella .2**

Parametro	Norma UNI EN di riferimento
Dimensioni e tolleranze dimensionali	UNI EN 772-16
Configurazione (in disegno o tabella da allegare)	UNI EN 772-3, 772-9, 772-16
Categoria (I o II)	UNI EN 771-1
Densità apparente	UNI EN 772-13
Resistenza caratteristica a compressione (direzione dei carichi verticali)	UNI EN 772-1
Resistenza caratteristica a compressione media in direzione ortogonale ai carichi verticali e nel piano della muratura	UNI EN 772-1

Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano la marcatura CE, conformemente al punto ZA.3 della relativa norma europea.

In particolare, per quanto riguarda la resistenza caratteristica a compressione nella direzione dei carichi verticali, la resistenza caratteristica a compressione nel piano della muratura e in direzione ortogonale ai carichi verticali e le specifiche sulle malte per murature, si specifica quanto riportato nei paragrafi seguenti.

Gli elementi da impiegarsi nelle murature dovranno avere facce piane e spigoli regolari, essere esenti da screpolature, fessure e cavità e presentare superfici atte alla adesione delle malte. I mattoni da paramento dovranno presentare in maniera particolare regolarità di forma, integrità superficiale e sufficiente uniformità di colore per l'intera partita.

Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (elementi a foratura verticale)

Gli elementi possono avere incavi di limitata profondità destinati ad essere riempiti dal letto di malta.

#### *Elementi resistenti in muratura*

##### *Elementi artificiali*

Per gli elementi resistenti artificiali (laterizio o calcestruzzo) da impiegare con funzione resistente si applicano le prescrizioni riportate al punto 11.10.1. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (elementi a foratura verticale).

Per l'impiego nelle opere trattate dalla presente norma, gli elementi sono classificati in base alla percentuale di foratura  $\phi$  ed all'area media della sezione normale di ogni singolo foro  $f$ . I fori devono essere distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell'elemento. La percentuale di foratura è espressa dalla relazione  $\phi = 100 F/A$  dove:

$F$  = area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti;

$A$  = area lorda della faccia dell'elemento di muratura delimitata dal suo perimetro.

Le tabelle .1 a,b riportano la classificazione per gli elementi in laterizio e calcestruzzo rispettivamente.

Gli elementi possono avere incavi di limitata profondità destinati ad essere riempiti dal letto di malta.

**Tabella .Ia - Classificazione elementi in laterizio**

Elementi	Percentuale di foratura	$f$
Pieni	$\varphi \leq 15\%$	$f \leq 900 \text{ mm}^2$
Semipieni	$15\% < \varphi \leq 45\%$	$f \leq 1200 \text{ mm}^2$
Forati	$45\% < \varphi \leq 55\%$	$f \leq 1500 \text{ mm}^2$

**Tabella .Ib - Classificazione elementi in calcestruzzo**

Elementi	Percentuale di foratura	$f$	
		$A \leq 90000 \text{ mm}^2$	$A > 90000 \text{ mm}^2$
Pieni	$\varphi \leq 15\%$	$\leq 10 A$	$\leq 15 A$
Semipien i	$15\% < \varphi \leq 45\%$	$\leq 10 A$	$\leq 15 A$
Forati	$45\% < \varphi \leq 55\%$	$\leq 10 A$	$\leq 15 A$

#### *Norme di riferimento*

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

**UNI EN 771-1** - Specifica per elementi per muratura - Parte 1: Elementi per muratura di laterizio;

**UNI EN 771-2** - Specifica per elementi di muratura - Parte 2: Elementi di muratura di silicato di calcio;

**UNI EN 771-3** - Specifica per elementi di muratura - Parte 3: Elementi per muratura di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri);

**UNI EN 771-4** - Specifica per elementi di muratura - Parte 4: Elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato;

**UNI EN 771-5** - Specifica per elementi di muratura - Parte 5: Elementi per muratura di pietra agglomerata;

**UNI EN 771-6** - Specifica per elementi di muratura - Elementi di muratura di pietra naturale;

**UNI EN 772-1** - Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione della resistenza a compressione;

**UNI EN 772-2** - Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione dell'area percentuale dei vuoti in elementi di muratura in calcestruzzo (metodo dell'impronta su carta);

**UNI EN 772-3** - Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione del volume netto e della percentuale dei vuoti degli elementi di muratura di laterizio mediante pesatura idrostatica;

**UNI EN 772-4** - Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione della massa volumica reale ed apparente e della porosità aperta e totale degli elementi di muratura in pietra naturale;

**UNI EN 772-5** - Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione del tenore di sali solubili attivi degli elementi di muratura di laterizio;

**UNI EN 772-6** - Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione della resistenza a trazione per flessione degli elementi di muratura di calcestruzzo;

**UNI EN 772-7** - Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione dell'assorbimento d'acqua di strati impermeabili all'umidità di elementi di muratura di laterizio mediante bollitura in acqua;

**UNI EN 772-9** - Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione del volume e della percentuale dei vuoti e del volume netto degli elementi di muratura in silicato di calcio mediante riempimento con sabbia;

**UNI EN 772-10** - Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione del contenuto di umidità in elementi di muratura in silicato di calcio e in calcestruzzo aerato autoclavato;

**UNI EN 772-11** - Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione dell'assorbimento d'acqua degli elementi di muratura di calcestruzzo, di materiale lapideo agglomerato e naturale dovuta alla capillarità ed al tasso iniziale di assorbimento d'acqua degli elementi di muratura di laterizio;

**UNI EN 772-14** - Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione della variazione di umidità di elementi di muratura di calcestruzzo e di materiale lapideo agglomerato;

**UNI EN 772-15** - Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione della permeabilità al vapore acqueo di elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato;

**UNI EN 772-16** - Metodi di prova per elementi di muratura - Parte 16: Determinazione delle dimensioni;

**UNI EN 772-18** - Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione della resistenza al gelo/disgelo degli elementi di muratura di silicato di calcio;

**UNI EN 772-19** - Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione della dilatazione all'umidità di grandi elementi da muratura in laterizio con fori orizzontali;

**UNI EN 772-20** - Metodi di prova per elementi di muratura - Parte 20: Determinazione della planarità delle facce degli elementi di muratura.

#### *Resistenza caratteristica a compressione nella direzione dei carichi verticali*

La resistenza caratteristica a compressione nella direzione dei carichi verticali degli elementi deve essere dichiarata dal produttore utilizzando la norma **UNI EN 772-1** su un numero di campioni superiore o uguale a 6, sottoposti a prove che, per elementi di Categoria II, saranno eseguiti presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, con periodicità di prova almeno annuale.

Nel caso venga utilizzato un numero di campioni pari a 30, la resistenza caratteristica viene ricavata mediante la seguente formula:

$$f_{bk} = f_{bm} - 1,64s$$

nella quale è:

$f_{bm}$  = la media aritmetica delle resistenze unitarie dei campioni;

$s$  = lo scarto quadratico medio.

Nel caso in cui il numero  $n$  dei campioni sia compreso tra 10 e 29 il coefficiente moltiplicatore di  $s$  assume convenzionalmente i valori  $k$  di cui alla seguente Tabella 19.3.

**Tabella .3**

<b>n</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
<b>k</b>	2,13	2,06	1,98	1,93	1,88

In entrambi i casi sopra riportati e qualora il valore  $s$  calcolato risultasse inferiore a  $0,08 f_{bm}$  si deve introdurre nella formula questo ultimo valore. Qualora il valore di  $s/f_{bm}$  risultasse superiore a 0,2 il valore della resistenza  $f_{bk}$  deve essere considerato non accettabile.

Nel caso infine in cui la prova venga effettuata su un numero di campioni compreso fra 6 e 9 la resistenza caratteristica viene assunta pari al minimo dei seguenti due valori:

a)  $0,7 f_{bm}$  (N/mm<sup>2</sup>);

b) il valore minimo della resistenza unitaria del singolo campione.

Le formule sopra riportate si applicano alle prove effettuate annualmente; non si applicano alle prove di autocontrollo effettuate dal produttore, per le quali valgono le indicazioni riportate nella relativa **UNI EN 771**, sia per quanto riguarda la quantità di campioni che la periodicità delle prove.

#### *Resistenza caratteristica a compressione nel piano della muratura e nella direzione ortogonale ai carichi verticali*

La determinazione della resistenza caratteristica a compressione nella direzione ortogonale a quella dei carichi verticali nel piano della muratura  $\bar{f}_{bk}$  è dichiarata dal produttore utilizzando la norma **UNI EN 772-1** su un numero di campioni superiore o uguale a 6, sottoposti a prove che, per elementi di Categoria II, saranno eseguiti presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, con periodicità di prova almeno annuale.

La resistenza caratteristica è dedotta da quella media  $\bar{f}_{bm}$  dei 6 campioni mediante la relazione:

$$\bar{f}_{bk} = 0,7 \cdot \bar{f}_{bm}$$

#### *Malte per muratura*

La malta da muratura deve garantire prestazioni adeguate al suo impiego in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche e deve essere dotata di attestato di conformità all'annesso ZA della norma europea **EN 998-2** (Marcatura CE).

Il fabbricante di malta dichiara, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 a) dell'appendice ZA della parte armonizzata della norma europea **EN 998-2**.

Il sistema di attestazione della conformità delle malte, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 è indicato nella seguente Tabella .4.

**Tabella .4**

<b>Specifica Tecnica Europea di riferimento</b>	<b>Uso Previsto</b>	<b>Sistema di Attestazione della Conformità</b>
Malta per murature	Usi strutturali	2+



UNI EN 998-2	Uso non strutturale	4
--------------	---------------------	---

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

Il Sistema 4 (autodichiarazione del produttore) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, Procedura 3, del D.P.R. n. 246/1993

Per garantire durabilità è necessario che i componenti la miscela non contengano sostanze organiche o grassi o terrose o argillose. Le calce aeree e le pozzolane devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti norme (regii decreti 16 novembre 1939, n. 2231 e n. 2230; legge 26 maggio 1965, n. 595, D.M. 14 gennaio 1966, D.M. 3 giugno 1968, D.M. 31 agosto 1972 e successive integrazioni o modificazioni).

Le prestazioni meccaniche di una malta sono definite mediante la sua resistenza media a compressione  $f_m$ . La categoria di una malta è definita da una sigla costituita dalla lettera M seguita da un numero che indica la resistenza  $f_m$  espressa in  $N/mm^2$  secondo la Tabella .5. Non è ammesso l'impiego di malte con resistenza  $f_m \leq 1 N/mm^2$ .

**Tabella .5 - Classi di malte**

Classe	M2,5	M5	M10	M15	M20	Md
Resistenza a compressione $N/mm^2$	2,5	5	10	15	20	d

**d** è una resistenza a compressione maggiore di 25  $N/mm^2$  dichiarata dal produttore.

#### *Malte tradizionali*

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi, non deve essere aggressiva né contenere solfati o cloruri in percentuale dannosa.

La sabbia da impiegare per il confezionamento delle malte deve essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose.

Le calce aeree, le pozzolane ed i leganti idraulici devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti norme: R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e R.D. n. 2231; legge 26 maggio 1965, n. 595, D.M. 14 gennaio 1966, D.M. 3 giugno 1968, D.M. 31 agosto 1972.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D.M. 3 giugno 1968 così come modificato dal D.M. 13 settembre 1993.

I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo le seguenti tabelle .6 e .7.

**Tabella .6 - Classe e tipi di malta (D.M. 20 novembre 1987)**

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M4	Idraulica	-	-	1	3	-
M4	Pozzolonica	-	1	-	-	3
M4	Bastarda	1	-	2	9	-
M3	Bastarda	1	-	1	5	-
M2	Cementizia	1	-	0,5	4	-
M1	Cementizia	1	-	-	3	-

**Tabella .7 - Rapporti di miscela delle malte (AITEC)**

Tipo di malta	Rapporti in volume	Quantità per 1 m <sup>3</sup> di malta (kg)
Calce idrata, sabbia	1: 3,5	142-1300
	1: 4,5	110-1300
Calce idraulica, sabbia	1:3	270-1300
	1:4	200-1300
Calce eminentemente idraulica,	1:3	330-1300

sabbia	1:4	250-1300
Calce idrata, cemento, sabbia	2:1:8	125-150-1300
	2:1:9	110-130-1300
Cemento, sabbia	1:3	400-1300
	1:4	300-1300

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante.

Malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori seguenti:

12 N/mm<sup>2</sup> per l'equivalenza alla malta M1

8 N/mm<sup>2</sup> per l'equivalenza alla malta M2

5 N/mm<sup>2</sup> per l'equivalenza alla malta M3

2,5 N/mm<sup>2</sup> per l'equivalenza alla malta M4

#### *Malte premiscelate*

L'impiego di malte premiscelate e pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi.

Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

#### *Malte speciali*

Le malte speciali a base cementizia (espansive, autoportanti, antiritiro, ecc.) composte da cementi ad alta resistenza, inerti, silice, additivi, da impiegarsi nei ripristini di elementi strutturali in c.a., impermeabilizzazioni, iniezioni armate, devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo, in caso di applicazione di prodotti equivalenti gli stessi devono essere accettati ed autorizzati dalla direzione dei lavori.

Per qualunque contestazione si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI 8993** - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione;

**UNI 8994** - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Controllo dell'idoneità;

**UNI 8995** - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della massa volumica della malta fresca;

**UNI 8996** - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione dell'espansione libera in fase plastica;

**UNI 8997** - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Malte superfluide. Determinazione della consistenza mediante cabaletta;

**UNI 8998** - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata;

**UNI EN 12190** - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Determinazione della resistenza a compressione delle malte da riparazione.

#### *Metodi di prova delle malte cementizie*

Sulle malte cementizie la direzione dei lavori può fare eseguire le seguenti prove:

**UNI 7044** - Determinazione della consistenza delle malte cementizie mediante l'impiego di tavola a scosse;

**UNI EN 1015-1** - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della distribuzione granulometrica (mediante stacciatura);

**UNI EN 1015-2** - Metodi di prova per malte per opere murarie. Campionamento globale e preparazione delle malte di prova;

**UNI EN 1015-3** - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante tavola a scosse);

**UNI EN 1015-4** - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante penetrazione della sonda);

**UNI EN 1015-6** - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della massa volumica apparente della malta fresca;

**UNI EN 1015-7** - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione del contenuto d'aria della malta fresca;

**UNI EN 1015-19** - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della permeabilità al vapore d'acqua delle malte da intonaco indurite;

**UNI ENV 1170-8** - Malte e paste di cemento rinforzate con fibre di vetro (GRC). Prova mediante cicli climatici.

*Verifica sperimentale dei parametri meccanici della muratura*

*Resistenza a compressione*

*Determinazione sperimentale della resistenza a compressione*

La resistenza caratteristica sperimentale a compressione si determina su  $n$  muretti ( $n \geq 6$ ), seguendo sia per la confezione che per la prova le modalità indicate qui di seguito.

I provini (muretti) devono avere le stesse caratteristiche della muratura in esame e ognuno di essi deve essere costituito almeno da tre corsi di elementi resistenti e deve rispettare le seguenti limitazioni:

- lunghezza ( $b$ ) pari ad almeno due lunghezze di blocco;
- rapporto altezza/spessore ( $l/t$ ) variabile tra 2.4 e 5.

La confezione è eseguita su di un letto di malta alla base e la faccia superiore è finita con uno strato di malta. Dopo una stagionatura di 28 giorni a 20 °C, 70% di umidità relativa, prima di effettuare la prova, la faccia superiore di ogni provino viene eventualmente livellata con gesso; il muretto può anche essere contenuto fra due piastre metalliche rettificata, utili per gli spostamenti ed il suo posizionamento nella pressa.

Il provino viene posto fra i piatti della macchina di prova (uno dei quali articolato) e si effettua quindi la centratura del carico. In proposito è consigliabile procedere anche ad un controllo estensimetrico. Il carico deve essere applicato con una velocità di circa 0.5 MPa ogni 20 secondi.

La resistenza caratteristica è data dalla relazione:

$$f_k = f_m - k s$$

dove:

$f_m$  = resistenza media;

$s$  = stima dello scarto;

$k$  = coefficiente riportato nella tabella seguente:

$n$	6	8	10	12	20
$k$	2.33	2.19	2.1	2.05	1.93

La determinazione della resistenza caratteristica deve essere completata con la verifica dei materiali, da condursi come segue:

- malta: n. 3 provini prismatici 40 x 40 x 160 mm da sottoporre a flessione, e quindi a compressione sulle 6 metà risultanti, secondo **EN 998-2**;
- elementi resistenti: n. 10 elementi da sottoporre a compressione con direzione del carico normale al letto di posa.

*Stima della resistenza a compressione*

In sede di progetto, per le murature formate da elementi artificiali pieni o semipieni il valore di  $f_k$  può essere dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi e dalla classe di appartenenza della malta tramite la Tabella .8.

La validità di tale tabella è limitata a quelle murature aventi giunti orizzontali e verticali riempiti di malta e di spessore compreso tra 5 e 15 mm.

Per valori non contemplati in tabella è ammessa l'interpolazione lineare; in nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

**Tabella .8 - Valori della  $f_k$  per murature in elementi artificiali pieni e semipieni**

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento N/mm <sup>2</sup>	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2.5
2.0	1.2	1.2	1.2	1.2
3.0	2.2	2.2	2.2	2.0
5.0	3.5	3.4	3.3	3.0

7.5	5.0	4.5	4.1	3.5
10.0	6.2	5.3	4.7	4.1
15.0	8.2	6.7	6.0	5.1
20.0	9.7	8.0	7.0	6.1
30.0	12.0	10.0	8.6	7.2
40.0	14.3	12.0	10.4	-

Nel caso di murature costituite da elementi naturali si assume convenzionalmente la resistenza caratteristica a compressione dell'elemento  $f_{bk}$  pari a:

$$f_{bk} = 0,75 f_{bm}$$

dove  $f_{bm}$  rappresenta la resistenza media a compressione degli elementi in pietra squadrata.

Il valore della resistenza caratteristica a compressione della muratura  $f_k$  può essere dedotto dalla resistenza caratteristica a compressione degli elementi  $f_{bk}$  e dalla classe di appartenenza della malta tramite la seguente Tabella .9.

**Tabella .9 - Valori della  $f_k$  per murature in elementi naturali di pietra squadrata (valori in N/mm<sup>2</sup>)**

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2.5
2.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3.0	2.2	2.2	2.2	2.0
5.0	3.5	3.4	3.3	3.0
7.5	5.0	4.5	4.1	3.5
10.0	6.2	5.3	4.7	4.1
15.0	8.2	6.7	6.0	5.1
20.0	9.7	8.0	7.0	6.1
30.0	12.0	10.0	8.6	7.2
>40.0	14.3	12.0	10.4	-

Anche in questo caso, per valori non contemplati in tabella è ammessa l'interpolazione lineare; in nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

*Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali*

*Determinazione sperimentale della resistenza a taglio*

La determinazione della resistenza al taglio in assenza di tensioni normali,  $f_{vko}$ , deve essere effettuata mediante prove di compressione diagonale su muretti. Le prove devono essere effettuate su almeno 6 provini.

La resistenza caratteristica  $f_{vko}$  sarà dedotta dalla resistenza media  $f_{vm}$ , ottenuta dai risultati delle prove, mediante la relazione:

*Stima della resistenza a taglio*

In sede di progetto, per le murature formate da elementi artificiali pieni o semipieni il valore di  $f_{vko}$  può essere dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi tramite le Tabelle .10 e .11.

La validità di tali tabelle è limitata a quelle murature aventi giunti orizzontali e verticali riempiti di malta e di spessore compreso tra 5 e 15 mm. Per valori non contemplati in tabella è ammessa l'interpolazione lineare; in nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

**Tabella .10 - Valori di  $f_{vko}$  per murature in elementi artificiali di laterizio pieni e semipieni (valori in N/mm<sup>2</sup>)**

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento	Tipo di malta	$f_{vko}$
≤ 15	<M15	0.2

> 15	<M15	0.3
------	------	-----

**Tabella .11 - Valori di  $f_{vko}$  per murature in elementi artificiali di calcestruzzo pieni e semipieni (valori in N/mm<sup>2</sup>)**

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento	Tipo di malta	$f_{vko}$
$\leq 3$	M15, M10, M5	0.1
	M2.5	0.1
$> 3$	M15, M10, M5	0.2
	M2.5	0.1

La Tabella .12 indica i valori di  $f_{vko}$  che possono essere usati nel caso di murature con elementi naturali di pietra squadrata.

**Tabella .12 - Valori di  $f_{vko}$  per murature in elementi naturali di pietra squadrata (valori in N/mm<sup>2</sup>)**

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento	Tipo di malta	$f_{vko}$
$\leq 3$	M15, M10, M5	0.1
	M2.5	0.1
$> 3$	M15, M10, M5	0.2
	M2.5	0.1

#### *Resistenza caratteristica a taglio*

In presenza di tensioni di compressione, la resistenza caratteristica a taglio della muratura,  $f_{vk}$ , è definita come resistenza all'effetto combinato delle forze orizzontali e dei carichi verticali agenti nel piano del muro e può essere ricavata tramite la relazione

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,4 \sigma_n$$

dove:

$f_{vko}$ : resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali;

$\sigma_n$ : tensione normale media dovuta ai carichi verticali agenti nella sezione di verifica.

Per elementi resistenti artificiali semipieni o forati deve risultare soddisfatta la relazione

$$f_{vk} \leq f_{vk,lim} = 1,4 \bar{f}_{bk}$$

$f_{vk,lim}$  valore massimo della resistenza caratteristica a taglio che può essere impiegata nel calcolo;

$\bar{f}_{bk}$  valore caratteristico della resistenza degli elementi in direzione orizzontale e nel piano del muro, da ricavare secondo le modalità descritte nella relativa norma della serie EN 771.

#### *Moduli di elasticità secanti*

Il modulo di elasticità normale secante della muratura è valutato, in presenza di dati sperimentali, facendo riferimento all'intervallo:

$$0,1 f_k \div 0,4 f_k$$

In sede di progetto, in mancanza di determinazione sperimentale, nei calcoli possono essere assunti i seguenti valori:

- modulo di elasticità normale secante  $E = 1000 f_k$

- modulo di elasticità tangenziale secante  $G = 0,4 E$

Tutte le inserzioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiore di 3 mm.

## CAPO 14 - MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO

### Art. 70. Calci idrauliche da costruzioni

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

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

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

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

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

#### NORME DI RIFERIMENTO

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

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

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

### Art. 71. Laterizi

#### 72.1 Generalità

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

#### 72.2 Requisiti

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

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

#### 72.3 Controlli di accettazione

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

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

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

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

I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline devono essere analizzati, per

accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.  
Per quanto attiene alle modalità delle prove chimiche e fisiche, si rimanda al R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.

## **Art. 72. Manufatti di pietre naturali o ricostruite**

### *73.1 Generalità*

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

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

I campioni delle pietre naturali da sottoporre alle prove da prelevarsi dalle forniture esistenti in cantiere, devono presentare caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche conformi a quanto prescritto nei contratti, in relazione al tipo della pietra e all'impiego che di essa deve farsi nella costruzione.

**Tabella 29.1. Valori indicativi di tenacità**

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

**Tabella 29.2. Valori indicativi di resistenza a taglio**

<b>Roccia</b>	<b>Carico di rottura (MPa)</b>
Arenarie Calcarea Marmi Granito Porfido Serpentine Gneiss	3-9 5-11 12 15 16 18-34 22-31

### *73.2 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 a uno dei due gruppi seguenti:

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

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

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

### **NORMA DI RIFERIMENTO**

**UNI EN 12670** - *Pietre naturali. Terminologia.*

### *73.4 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 a eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc., che riducono la resistenza o la funzione;
- avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento;
- avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze.

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

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

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

progetto.

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

#### NORME DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

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

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

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

**UNI EN 13919** - *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'invecchiamento dovuto a SO<sub>2</sub> in presenza di umidità;*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Art. 73. Prodotti per pavimentazione**

#### *74.1 Generalità. Definizioni*

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

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

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

#### NORME DI RIFERIMENTO GENERALI

**R.D. 16 novembre 1939, n. 2234** - *Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione;*

**UNI 7998** - *Edilizia. Pavimentazioni. Terminologia;*



## **UNI 7999 - Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti.**

### **NORMA DI RIFERIMENTO PER LA POSA IN OPERA**

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

#### **74.2 Requisiti di accettazione**

L'analisi dei requisiti dei prodotti per pavimentazioni deve essere condotta nel rispetto della norma **UNI 7999**. In particolare, la pavimentazione dovrà resistere:

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

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

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

#### **74.3 Prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni**

I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni devono rispondere alle prescrizioni progettuali e a quelle del presente capitolato speciale d'appalto. In particolare i pavimenti monolitici strutturali realizzati con piastra in calcestruzzo Rck 30 armato con reti o fibre secondo il progetto e da strato di usura, devono assicurare una resistenza minima alla compressione di 9 N/mm<sup>2</sup>.

## **Art. 74. Prodotti per rivestimenti interni ed esterni**

#### **75.1 Caratteristiche**

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

In riferimento allo stato fisico, tali prodotti possono essere:

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

In riferimento alla loro collocazione, si distinguono:

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

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

- prodotti di fondo;
- prodotti intermedi;

- prodotti di finitura.

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

#### *75.2 Elementi di metallo o materia plastica*

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

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

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

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

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

#### *75.3 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, oltre alle seguenti proprietà:

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

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

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

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

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

#### **EVENTUALE ARMATURA DEGLI INTONACI**

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, se necessario, essere armati con rete in fibra di vetro o in polipropilene, nella maglia indicata dalla direzione dei lavori. La rete deve essere chimicamente inattaccabile da tutte le miscele, soprattutto in ambienti chimici aggressivi.

La larghezza della maglia dovrà essere proporzionale alla granulometria degli intonaci. Le maglie più larghe ben si adattano a intonaci più grezzi, quelle più strette agli intonaci fini.

L'applicazione della rete si eseguirà su un primo strato di intonaco ancora fresco, sovrapponendo i teli per circa 10 cm e successivamente all'applicazione di un secondo strato di materiale, avendo cura di annegare completamente la rete.

#### *75.4 Prodotti vernicianti*

I prodotti vernicianti devono essere applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola e hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;

- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche, in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV;
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco;
- avere funzione passivante del ferro;
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli progettuali o, in mancanza, quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

## **Art. 75. Vernici, smalti, pitture, ecc.**

### *76.1 Generalità*

I contenitori originali delle vernici e delle pitture devono rimanere sigillati in cantiere fino al momento dell'impiego dei prodotti contenuti. Quando una parte di vernice viene estratta, i contenitori devono essere richiusi con il loro coperchio originale. Lo stato e la sigillatura dei contenitori devono essere sottoposti all'esame del direttore dei lavori. La stessa verifica deve essere attuata al momento dell'apertura dei contenitori, per controllare lo stato delle vernici o delle pitture.

Tutti i prodotti dovranno essere accompagnati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore ai fini della verifica della corretta preparazione e applicazione. Le schede dovranno essere formalmente trasmesse alla direzione dei lavori.

### *76.2 Idropitture lavabili*

Devono essere a base di resine sintetiche con composizione adatta per gli impieghi specifici, rispettivamente per interno o per esterno.

Trascorsi 15 giorni dall'applicazione, devono essere completamente lavabili senza dar luogo a rammollimenti dello strato, alterazioni della tonalità del colore o altri deterioramenti apprezzabili.

### *76.3 Norme di riferimento*

**UNI 10997** - Edilizia. Rivestimenti su supporti murari esterni di nuova costruzione con sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura ed impregnazione superficiale. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione;

**UNI 8681** - Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura e impregnazione superficiale. Criteri generali di classificazione;

**UNI 8755** - Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di attitudine all'immagazzinamento e all'applicazione;

**UNI 8756** - Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di identificazione e metodi di prova;

**UNI 8757** - Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica;

**UNI 8758** - Edilizia. Sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica;

**UNI EN 1062-1** - Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 1: Classificazione;

**UNI EN 1062-3** - Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Parte 3: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida;

**UNI EN 1062-6** - Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Determinazione della permeabilità all'anidride carbonica;

**UNI EN 1062-7** - Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 7: Determinazione delle proprietà di resistenza alla screpolatura;

**UNI EN 1062-11** - Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo.

*Metodi di condizionamento prima delle prove;*

**UNI EN 13300** - Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura all'acqua per pareti e soffitti interni.

*Classificazione;*

**UNI EN ISO 12944-1** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;

**UNI EN ISO 12944-2** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;

**UNI EN ISO 12944-3** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Considerazioni sulla progettazione;

**UNI EN ISO 12944-4** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Tipi di superficie e loro preparazione;

**UNI EN ISO 12944-5** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva;

**UNI 10527** - Prodotti vernicianti. Preparazione dei supporti di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti simili. Prove per valutare la pulizia delle superfici. Prova in campo per prodotti solubili di corrosione del ferro;

**UNI 10560** - Prodotti vernicianti. Pitture murali in emulsione per interno. Resistenza al lavaggio. Metodo della spazzola;

**UNI 11272** - Pitture e vernici. Linee guida per la stesura di garanzie tecniche di durata per rivestimenti ottenuti con prodotti vernicianti;

**UNI 8305** - Prodotti vernicianti. Esame preliminare e preparazione dei campioni per il collaudo;

**UNI 8405** - Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del colore in massa dei pigmenti;

**UNI 8406** - Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del tono in diluizione e del potere colorante dei pigmenti;

**UNI 8901** - Prodotti vernicianti. Determinazione della resistenza all'urto.

## **Art. 76. Sigillanti e adesivi**

### *77.1 Sigillanti*

Si definiscono *sigillanti* i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc. Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, i sigillanti si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza/deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

### **NORME DI RIFERIMENTO**

**UNI ISO 11600** - Edilizia. Sigillanti. Classificazione e requisiti.

#### **b) giunti**

**UNI EN 15651-1** - Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali - Parte 1: Sigillanti per elementi di facciate;

**UNI EN 15651-2** - Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali - Parte 2: Sigillanti per vetrate;

**UNI EN 15651-3** - Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali - Parte 3: Sigillanti per giunti per impieghi sanitari;

**UNI EN 15651-5** - Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali - Parte 5: Valutazione di conformità e marcatura.

### *77.2 Adesivi*

Si definiscono *adesivi* 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 con le seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- proprietà meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

## **Art. 77. Prodotti e materiali per partizioni interne e pareti esterne**

### *78.1 Definizioni*

Le partizioni interne ed esterne dell'edificio con riferimento alla norma **UNI 8290-1** si possono classificare in tre livelli:

- partizioni interne verticali:
- pareti interne verticali;
- infissi interni verticali;
- elementi di protezione.
- partizioni interne orizzontali:
- solai;
- soppalchi;
- infissi interni orizzontali.
- partizioni interne inclinate:
- scale interne;
- rampe interne.

Le partizioni esterne dell'edificio si possono classificare in:

- partizione interne verticali:
- elementi di protezione;
- elementi di separazione.
- partizioni esterne orizzontali:
- balconi/logge;
- passerelle.
- partizioni esterne inclinate:
- scale esterne;
- rampe interne.

Il direttore dei lavori, ai fini dell'accettazione dei materiali per la realizzazione dei principali strati funzionali di queste parti di edificio, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione, si intende che la procedura di prelievo dei campioni, le modalità di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI e, in mancanza di questi, quelli descritti nella letteratura tecnica.

### *78.2 Pareti interne verticali*

Le pareti interne verticali possono essere costituite da strutture continue, rigide e opache, oppure da elementi trasparenti; inoltre, possono essere fisse o spostabili.

Le pareti verticali interne non portanti costituite da pannelli metallici a doppia lamiera con interposto poliuretano espanso, devono possedere i seguenti requisiti:

- spessore lamiera : 6/10
- spessore totale compreso rifiniture : 10 cm;
- isolamento termico: 0,19 kcal/mq h °C k;
- peso: 14,2 kg/mq

### 78.3 Pareti esterne verticali

Le pareti verticali esterne non portanti costituite da pannelli metallici a doppia lamiera con interposto poliuretano espanso, devono possedere gli stessi requisiti elencati per i pannelli sandwich nelle coperture a falda.

#### NORME DI RIFERIMENTO

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

**UNI 10820** - Partizioni interne. Pareti interne mobili. Analisi dei requisiti;

**UNI 11004** - Partizioni interne. Pareti interne mobili. Tipologie significative per la determinazione del potere fono-isolante;

**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.

## Art. 78. Prodotti per coperture discontinue (a falda)

### 79.1 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.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**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 8635-1** - 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 di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della resistenza meccanica del dispositivo di ancoraggio;

**UNI 8635-15** - Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione del numero per unità di area e della massa areica;

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

### 79.2 Lastre in acciaio

Le lastre in acciaio a protezione multistrato e i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo l'usuale terminologia commerciale e dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto, essere marchiate CE secondo UNI EN 14782 ed essere centinate, piegate e tagliate a misura secondo i particolari di progetto.

Le lastre della larghezza nominale di circa 850 mm dovranno essere a profilo grecato h mm 32 circa e saranno costituite da una lamiera di acciaio zincato (EN 10147) dello spessore di mm 0,60 con massa/mq 8,600 kg e tolleranze +20,-5 mm in lunghezza, +/-5 mm in larghezza e +/-0,2 mm in spessore, con momento di inerzia 10,68 cm<sup>4</sup>/m. Le lastre dovranno essere protette nella faccia superiore da un rivestimento a base bituminosa dello spessore di circa mm 1,5 con funzione anticorrosiva ed insonorizzante e da una lamina in alluminio naturale (o preverniciato) e nella faccia inferiore da un primer bituminoso e da una lamina di alluminio naturale (ovvero preverniciato). Per assicurare la stabilità nel tempo delle caratteristiche prestazionali, la protezione con funzione anticorrosiva e insonorizzante dovrà essere posizionata sull'estradosso della lamiera. L'elemento di copertura dovrà assicurare, oltre alla pedonabilità, i seguenti requisiti prestazionali :

potere fono isolante 28 dB (UNI EN ISO 140-3)

reazione al fuoco classe B-s1, d0 (EN 13823; EN ISO 11925-2)

resistenza alla corrosione in nebbia salina 3000 ore (ISO 9227)

### 79.3 Pannelli sandwich

I pannelli di copertura (e di tamponamento verticale) dovranno essere a doppia lamiera dello spessore di mm 0,50 cadauna, autoportante, coibentati in poliuretano espanso dello spessore di cm 10, con giunti ad incastro, del peso di 13,1 kg/mq circa, con isolamento termico 0,19 Kcal/mq h °C secondo normativa EN 14509 A.10 e con le seguenti tolleranze dimensionali :

lunghezza  $\leq 3\text{m} \pm 5\text{ mm}$

lunghezza  $\geq 3\text{ m} \pm 10\text{ mm}$

larghezza  $\pm 2\text{ mm}$

spessore  $D \leq 100\text{m} \pm 2\text{ mm}$

spessore  $D \geq 100\text{m} \pm 2\%$

deviazione dalla perpendicolarità 6 mm

I pannelli, della larghezza nominale di mm 1000 circa e costituiti da cinque greche h mm 40 che permettono l'aumento della resistenza statica, dovranno avere il lato interno in lamiera zincata rivestita in pvc resistente alle azioni degli agenti aggressivi e il lato esterno in acciaio zincato preverniciato (colore a scelta della D.L.). Può essere previsto l'overlapping per il sormonto tra i pannelli.

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.

## Art. 79.Vetri

### 80.1 Generalità

Si definiscono *prodotti di vetro* quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro. Essi si dividono nelle seguenti principali categorie:

- lastre piane;
- vetri pressati;
- prodotti di seconda lavorazione.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi, si fa riferimento alle norme UNI. Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrazioni e ai serramenti.

### 80.2 Campioni

L'appaltatore dovrà fornire almeno due campioni di ciascun tipo di vetro da impiegare. Tali campioni dovranno essere approvati dalla direzione dei lavori, che può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

### 80.3 Prescrizioni di carattere particolare

I tipi di vetro, la composizione e le dimensioni delle lastre sono indicati sui disegni progettuali esecutivi.

Per ogni tipo di vetrata l'appaltatore dovrà precisare i seguenti dati caratteristici:

- percentuale di trasmissione della luce solare dall'esterno verso l'interno, percepita dall'occhio umano;
- percentuale dell'energia solare riflessa direttamente all'esterno;
- fattore solare;
- coefficiente globale medio di trasmissione termica.

Per le vetrate con intercapedine, si richiede una dettagliata relazione sulla composizione del giunto proposto, in funzione dello stress termico che interviene sulle lastre parzialmente soleggiate e sulle deformazioni prevedibili.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI 7143** - Vetri piani. Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve;

**UNI 6534-74** - Vetrazioni in opere edilizie. Progettazione, materiali e posa in opera;

**UNI 7143-72** - Vetri piani. Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve;

**UNI 7697** - Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie.

### 80.4 Vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera)

I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi o altro, in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI 7144** - Vetri piani. Isolamento termico;

**UNI EN 12758** - Vetro per edilizia. Vetrazioni e isolamento acustico per via aerea. Descrizioni del prodotto e determinazione delle proprietà;

**UNI EN 1279-1** - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema;

**UNI EN 1279-2** - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua;

**UNI EN 1279-3** - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 3: Prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas;

**UNI EN 1279-4** - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo;

**UNI EN 1279-5** - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 5: Valutazione della conformità;

**UNI EN 1279-6** - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche.

## Art. 80. Infissi in metallo

### 81.1 Definizioni

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

Il *serramento*, invece, è definito come l'elemento tecnico con la funzione principale di regolare in modo particolare il passaggio di persone, animali, oggetti e sostanze liquide o gassose, energia, aria, ecc.

Essi si dividono in elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili). Gli infissi si dividono, a loro volta, in porte, finestre e schermi.

I meccanismi di apertura e chiusura degli infissi devono essere facilmente manovrabili e percepibili e le parti mobili devono poter essere usate esercitando una lieve pressione.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma **UNI 8369** (varie parti).

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI 7895** - Disegni tecnici. Designazione simbolica del senso di chiusura e delle facce delle porte, finestre e



*persiane;*

**UNI 8369-1** - Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia;

**UNI 8369-2** - Edilizia. Pareti perimetrali verticali. Classificazione e terminologia;

**UNI 8369-3** - Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia dei serramenti esterni verticali;

**UNI 8369-4** - Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia degli schermi;

**UNI 8369-5** - Edilizia. Chiusure verticali. Giunto tra pareti perimetrali verticali e infissi esterni. Terminologia e simboli per le dimensioni;

**UNI 8370** - Edilizia. Serramenti esterni. Classificazione dei movimenti di apertura delle ante.

### *81.2 Campioni*

L'appaltatore dovrà esibire un campione di ogni tipologia di ogni infisso della fornitura ai fini dell'approvazione da parte della direzione dei lavori.

Il campione di infisso deve essere limitato a un modulo completo di telaio, parte apribile e cerniere, meccanismi di chiusura, comandi, accessori e guarnizioni. Resta inteso che i manufatti che saranno consegnati in cantiere dovranno essere tassativamente uguali ai campioni approvati dal direttore dei lavori, comprese le anodizzazioni e/o le verniciature.

L'appaltatore deve consegnare l'attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni contrattuali e alle normative vigenti.

### *81.3 Tipologie dei serramenti di progetto*

La tipologia dei serramenti, il sistema di apertura, le dimensioni e il meccanismo di chiusura sono quelli indicati negli elaborati grafici e/o descritti nei documenti contrattuali.

### *81.4 Marcatura CE*

Il marchio CE non riguarda la posa in opera. L'attestazione obbligatoria deve riguardare almeno i seguenti requisiti (**UNI EN 14351-1**):

- tenuta all'acqua, mediante la prova in laboratorio (norma **UNI EN 1027**);
- permeabilità all'aria, mediante la prova in laboratorio (norma **UNI EN 1026**);
- resistenza al vento, mediante prova in laboratorio (norma **UNI EN 12211**);
- resistenza termica, mediante il procedimento di calcolo indicato dalla norma **UNI EN ISO 10077-1** oppure **10077-2** o in alternativa con la prova in laboratorio (norma **UNI EN ISO 12657-1**);
- prestazione acustica, mediante procedimento di calcolo o, in alternativa, con la prova in laboratorio (norma **UNI EN ISO 140-3**);
- emissione di sostanze dannose verso l'interno del locale;
- resistenza all'urto.

Le tipologie di serramenti più importanti con l'obbligo della marcatura CE sono le seguenti:

- porte per uso esterno a esclusivo uso dei pedoni (a una o due ante; con pannelli laterali e/o sopra-luce);
- porte destinate a uscita di sicurezza con maniglioni antipanico;
- finestre (uso esterno) a una e due ante (incluso le guarnizioni di tenuta alle intemperie);
- porte finestre (uso esterno) a una e due ante (incluso le guarnizioni di tenuta alle intemperie);
- finestre scorrevoli orizzontali;
- finestre francesi;
- finestre da tetto con o senza materiali antifiamma;
- porte blindate per uso esterno;
- porte automatiche (con radar) motorizzate;
- tutti i prodotti che possono essere in versione manuale o motorizzata;
- tutti i prodotti che possono essere ciechi, parzialmente o totalmente vetrati;
- tutti i prodotti che possono essere assemblati in due o più unità.

### **NORMA DI RIFERIMENTO**

**UNI EN 14351-1** - Finestre e porte. Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali. Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo.

### *81.5 Documentazione da fornire al direttore dei lavori*

L'appaltatore è obbligato a fornire al direttore dei lavori la documentazione rilasciata dal produttore riguardante:

- dichiarazione di conformità a norma dei prodotti forniti;

- istruzioni di installazione del prodotto;
- istruzioni sull'uso e sulla manutenzione dei prodotti;
- marcatura CE.

#### *81.6 Forme. Luci fisse*

Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate), si intende che comunque devono - nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) - resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento o agli urti, garantire la resistenza al vento e la tenuta all'aria e all'acqua.

Quanto richiesto, dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

- controllo dei materiali costituenti il telaio, il vetro e gli elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori;
- controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti (in particolare, trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, esatta esecuzione dei giunti, ecc.);
- accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc.

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

#### *81.7 Serramenti interni ed esterni*

I serramenti interni ed esterni (finestre, porte-finestre e simili) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate), si intende che comunque devono, nel loro insieme, essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc. Lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.

Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante:

- il controllo dei materiali che costituiscono l'anta e il telaio, i loro trattamenti preservanti e i rivestimenti;
- il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti e degli accessori;
- il controllo delle caratteristiche costruttive (in particolare, dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti e connessioni realizzate meccanicamente - viti, bulloni, ecc. - e per aderenza - colle, adesivi, ecc. - e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, sulla tenuta all'acqua, all'aria, al vento e sulle altre prestazioni richieste.

Gli infissi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- finestre in alluminio a taglio termico con sistema di tenuta a giunto aperto:
  - permeabilità all'aria : (classificata secondo la norma **UNI EN 12207:1999** ): press. classe 4 - depress. classe 4
  - tenuta all'acqua (classificata secondo la norma **UNI EN 12208:1999** ): classe E900;
  - resistenza al carico del vento (misurata secondo le norme **UNI EN 12210:1999**): classe 3;
  - trasmittanza termica : secondo quanto previsto dal D.L. 311/06 e dalle norme reg., prov. e comunali vigenti;
- portoni esterni:
  - caratteristiche di sicurezza portone industriale secondo **UNI EN 13241-1:2004**
  - resistenza al carico del vento (misurata secondo le norme **UNI EN 13241-1:2004**): classe 4;

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione rilasciata da Laboratorio autorizzato e fornita dall'appaltatore al direttore dei lavori.

#### *81.8 Serramenti metallici*

##### *81.8.1 Componenti dei serramenti*

Tutti i componenti dei serramenti della fornitura conforme alle prescrizioni progettuali (telai metallici, accessori, vetrazioni, guarnizioni, schermi, ecc.) devono essere costruiti con caratteristiche che non rilascino sostanze pericolose oltre i limiti ammessi dalle norme sui materiali.

---

ALLUMINIO

a) telai:

**UNI EN 573-3** - Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;

**UNI EN 12020-1** - Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi, di leghe EN AW-6060 e EN AW-6063. Parte 1: Condizioni tecniche di controllo e di fornitura;

**UNI EN 12020-2** - Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi di leghe EN AW-6060 e EN AW-6063. Parte 2: Tolleranze dimensionali e di forma;

**UNI EN 14024** - Profili metallici con taglio termico. Prestazioni meccaniche. Requisiti, verifiche e prove per la valutazione.

b) laminati di trafilati o di sagomati non estrusi in alluminio:

**UNI EN 573-3** - Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;

**UNI EN 485-2** - Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Parte 2: Caratteristiche meccaniche;

**UNI EN 754-2** - Alluminio e leghe di alluminio. Barre e tubi trafilati. Tubi estrusi con filiera a ponte, tolleranze.

c) getti in alluminio:

**UNI EN 1706** - Alluminio e leghe di alluminio. Getti. Composizione chimica e caratteristiche meccaniche.

PROFILI IN ACCIAIO

a) telai:

**UNI EN 10079** - Definizione dei prodotti di acciaio e a quelle di riferimento per gli specifici prodotti.

b) laminati a caldo:

**UNI 10163-1** - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 1: Requisiti generali;

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

**UNI EN 10163-3** - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 3: Profilati;

**UNI EN 10143** - Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;

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

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

**UNI EN 10025-3** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;

**UNI EN 10025-4** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;

**UNI EN 10025-5** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;

**UNI EN 10025-6** - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.

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 10327** - Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione 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 applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze sulla dimensione e sulla forma.*

ACCIAIO INOSSIDABILE

a) telai:

**UNI EN 10088-1** - *Acciai inossidabili. Parte 1: Lista degli acciai inossidabili;*

**UNI EN 10088-2** - *Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.*

#### *81.8.3 Finitura superficiale dei telai metallici*

La finitura superficiale dei telai metallici dei serramenti dovrà essere priva di difetti visibili a occhio nudo (graffi, colature, rigonfiamenti, ondulazione e altre imperfezioni) a distanza non inferiore a 5 m per gli spazi esterni e a 3 m per gli spazi interni.

La finitura superficiale non deve subire corrosioni o alterazioni di aspetto per un periodo di tempo adeguato alla vita del manufatto e in cantiere deve essere evitato il contatto con sostanze o materiali che possano instaurare fenomeni corrosivi. Il colore deve essere quello previsto dal progetto esecutivo.

In base al tipo di metallo si indicano le seguenti norme di riferimento:

a) alluminio:

**UNI EN 12206-1** - *Pitture e vernici. Rivestimenti di alluminio e di leghe di alluminio per applicazioni architettoniche. Parte 1. Rivestimenti preparati a partire da materiali in polvere.*

b) acciaio:

**UNI EN ISO 12944-1** - *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;*

**UNI EN ISO 12944-2** - *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;*

**UNI EN ISO 12944-3** - *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;*

**UNI EN ISO 12944-4** - *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione;*

**UNI EN ISO 12944-5** - *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva.*

I trattamenti di metallizzazione devono rispettare le seguenti norme:

- zincatura elettrolitica:

**UNI ISO 2081** - *Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro o acciaio.*

- zincatura a spruzzo:

**UNI EN 22063** - *Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici. Metallizzazione termica a spruzzo. Zinco, alluminio e loro leghe.*

- cadmiatura:

**UNI 4720** - *Trattamenti superficiali dei materiali metallici. Classificazione, caratteristiche e prove dei rivestimenti elettrolitici di cadmio su materiali ferrosi.*

- cromatura:

**UNI EN 12540** - *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo.*

c) acciaio inossidabile:

**UNI EN 10088-2** - *Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.*

#### *81.8.4 Infissi esterni in alluminio*

I telai delle finestre saranno realizzati con profilati estrusi in lega di alluminio 6060 (EN 573-3) con stato di fornitura T5 (EN 515) e tolleranze su dimensioni e spessori secondo UNI EN 120020-2 e/o UNI EN 755-9, a taglio termico con sistema di tenuta a giunto aperto, cioè con guarnizione centrale in EPDM montata sul telaio fisso ed appoggiante direttamente sull'apposita pinna in poliammide presente sul telaio mobile. Il taglio termico sarà ottenuto mediante l'inserimento di listelli di poliammide rinforzata con fibre di vetro, della profondità totale di 24 mm sul telaio e differenziati di 20 mm e di 24 mm sull'anta. Il bloccaggio della barretta dovrà essere meccanico con rullatura dei dentini di ancoraggio dall'esterno previa loro zigrinatura per evitare scorrimenti. I

telai dovranno essere dotati di marchio CE conformemente a quanto previsto dalla direttiva 89/106/CE e dalla norma UNI EN 14351/1 del 2007. Per serramenti di rilevanti dimensioni, dovranno essere usati per i telai mobili profili di larghezza maggiorata. Ogni angolo di giunzione del telaio mobile dovrà contenere due squadrette per assicurare una migliore resistenza dell'intera struttura alla pressione del vento e, ove necessario, una ulteriore squadretta di allineamento sull'aletta esterna dell'anta o del telaio arrotondato.

Dai traversi inferiori dei serramenti dovrà essere consentito lo scarico verso l'esterno delle acque meteoriche mediante apposite asole dotate di cappette in nylon di protezione, evitando riflussi verso l'interno dell'ambiente. Sui traversi dovranno essere presenti opportuni fori di drenaggio in numero e dimensioni sufficienti a garantire l'eliminazione di eventuali condense e infiltrazioni d'acqua dalle sedi dei vetri verso l'esterno. Gli angoli dei profilati dovranno essere sigillati per evitare possibili infiltrazioni di aria e acqua. Il serramento finito dovrà presentare una superficie esterna complanare con fughe tra telaio fisso e mobile di mm 5 mentre all'interno il piano delle parti apribili avrà un sormonto massimo di mm 8 rispetto al piano del telaio fisso. I profili fermavetro dovranno essere a scatto con opportune sedi per l'inserimento delle guarnizioni di tenuta del vetro.

Gli infissi sul tamponamento in pannelli metallici sandwich dovranno essere dotati delle riquadrature e dei profili metallici come da particolari di progetto. Tutti gli infissi dovranno forniti secondo le forme di progetto, con parti fisse e parti apribili motorizzate. La protezione e la finitura delle superfici dei profilati dovranno essere effettuate mediante anodizzazione o verniciatura. L'anodizzazione, nel colore a scelta della D.L. dovrà essere eseguita secondo quanto previsto dal marchio europeo "EURAS-EWAA/QUALANOD" e la verniciatura, nel colore a scelta della D.L., secondo quanto previsto dal marchio europeo "QUALICOAT".

#### *81.8.5 Portoni esterni*

I portoni esterni con apertura a libro saranno realizzati con struttura in lamiera zincata dello spessore 15-20/10 non in vista e tamponamento in doppia lamiera preverniciata goffrata con interposto polistirene espanso ad alta densità per uno spessore totale pari a 52 mm. Le lamiere preverniciate con colore a scelta della D.L. dovranno essere protette con pellicola e il polistirene dovrà essere incollato alla struttura e alle lamiere esterne con speciali collanti che garantiscano contro il distacco o il rigonfiamento delle lamiere con l'esposizione prolungata al sole e alle intemperie. I portoni dovranno essere forniti con doppie guarnizioni in gomma lungo i verticali delle ante e di guarnizioni inferiori e superiori con supporto in alluminio nonché completi di oblò o porte pedonali come da progetto.

#### *81.8.6 Accessori*

Tutti gli accessori impiegati per i serramenti devono avere caratteristiche resistenti alla corrosione atmosferica e tali da assicurare al serramento la prescritta resistenza meccanica, la stabilità e la funzionalità per le condizioni d'uso a cui il serramento è destinato.

Gli accessori devono essere compatibili con le superfici con cui devono essere posti a contatto.

#### *81.8.7 Guarnizioni*

Le guarnizioni dei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, permeabilità all'aria, isolamento acustico e inoltre devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a contatto.

Le guarnizioni dei giunti apribili devono potere essere facilmente sostituibili e dovranno essere esclusivamente quelle originali.

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

**UNI EN 12365-1** - Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 1: Requisiti prestazionali e classificazione;

**UNI EN 12365-2** - Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 2: Metodi di prova per determinare la forza di compressione;

**UNI EN 12365-3** - Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 3: Metodo di prova per determinare il recupero elastico;

**UNI EN 12365-4** - Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 4: Metodo di prova per determinare il recupero dopo l'invecchiamento accelerato.

#### *81.8.8 Sigillanti*

I sigillanti impiegati nei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, tenuta all'aria, tenuta alla polvere e la realizzazione della continuità elastica nel tempo. Inoltre, devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a contatto.

I sigillanti non devono corrodere le parti metalliche con cui vengono in contatto.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI 9610** - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove;

**UNI 9611** - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento;

**UNI EN 26927** - Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Vocabolario;

**UNI EN 27390** - Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione della resistenza allo scorrimento;

**UNI EN 28339** - Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione delle proprietà tensili;

**UNI EN 28340** - Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Determinazione delle proprietà tensili in presenza di trazione prolungata nel tempo;

**UNI EN 28394** - Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti monocomponenti;

**UNI EN 29048** - Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti per mezzo di un apparecchio normalizzato.

#### 81.8.9 Caratteristiche dei vetri

I vetri devono rispondere ai requisiti di risparmio energetico, isolamento acustico, controllo della radiazione solare e sicurezza. La trasmittanza termica dovrà essere certificata da un laboratorio ufficiale, in conformità alla norma **UNI EN 410**. I valori di trasmittanza termica per le principali tipologie di vetri sono quelli previsti dalla norma **UNI EN ISO 1077**.

Le tipologie dei vetri dei serramenti sono quelle indicate negli elaborati di progetto.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI EN 410** - Vetro per edilizia. Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate;

**UNI EN ISO 10077-1** - Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità;

**UNI EN ISO 10077-2** - Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo numerico per i telai.

#### a) vetri isolanti:

**UNI EN 1279-1** - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema;

**UNI EN 1279-2** - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua;

**UNI EN 1279-3** - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 3: Prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas;

**UNI EN 1279-4** - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo;

**UNI EN 1279-5** - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 5: Valutazione della conformità;

**UNI EN 1279-6** - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche.

### Art. 81. Prodotti per isolamento termico

#### 82.1 Generalità

I prodotti per l'isolamento termico dell'edificio devono essere conformi alle prescrizioni progettuali e riportare la prescritta marcatura come previsto dalle specifiche norme UNI.

#### 82.3 Polistirene espanso (PSE)

Il polistirene espanso è un isolante termico che presenta specifiche proprietà di isolamento acustico da impatto. Per le sue caratteristiche di rigidità dinamica e comprimibilità è particolarmente adatto alla protezione dai rumori d'urto e da calpestio. Il prodotto è consigliato per applicazioni di isolante posto in intercapedine o all'interno.

Il prodotto si può presentare sotto forma di:

- lastre di polistirene espanso sinterizzato (EPS/B);
- lastre di polistirene espanso sinterizzato (EPS/S);
- lastre di polistirene per mezzo di procedimento continuo di estrusione (EPS/E).

La norma **UNI EN 13163** prevede:

- marcatura CE (sistema di attestazione della conformità: 3);
- prove iniziali di tipo (ITT);
- controllo di produzione in fabbrica (FPC), tra cui controllo della rigidità dinamica  $s'$  (metodo di prova: EN **29052-1**; frequenza minima di prova: una ogni settimana) e della comprimibilità  $c$  (metodo di prova: EN **12431**; frequenza minima di prova: una ogni settimana).

Il polistirolo espanso elasticizzato non necessita di marcatura CE. Il prodotto è utilizzabile per pavimentazioni, pareti, facciate, sottofondazioni, isolamento esterno a cappotto e intercapedine.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI 7819** - *Materie plastiche cellulari rigide. Lastre in polistirene espanso per isolamento termico. Tipi, requisiti e prove;*

**UNI EN 13163** - *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica. Specificazione;*

**UNI EN 13164** - *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di polistirene espanso estruso (XPS) ottenuti in fabbrica. Specificazione.*

#### 82.4 Poliuretani e poliisocianurati espansi

Il poliuretano è un polimero che si ottiene da una reazione esotermica tra un isocianato (MDI, difenilmetildiisocianato, o TDI, toluendiisocianato) e un poliolo (polietere o poliestere). Il prodotto può essere applicato per colata, spruzzo, spalmatura, iniezione, estrusione, laminazione, poltrusione e roto-moulding.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI 8751** - *Materie plastiche cellulari rigide. Poliuretani e poliisocianurati espansi in lastre da blocco. Tipi, requisiti e prove;*

**UNI 9051** - *Materie plastiche cellulari rigide. Pannelli di poliuretano espanso rigido con paramenti flessibili prodotti in continuo. Tipi, requisiti e prove;*

**UNI 9564** - *Materie plastiche cellulari rigide. Poliuretani espansi rigidi applicati a spruzzo. Tipi, requisiti e prove.*

### Art. 82. Prodotti per opere ferroviarie

#### Generalità

I prodotti per l'esecuzione delle opere ferroviarie devono essere conformi alle prescrizioni progettuali e alla normativa in vigore presso RFI, DGTA disposizioni generali all'armamento ferroviario e dovranno essere approvati dal Committente.

#### Ballast

Il pietrisco per massicciate ferroviarie deve provenire da frantumazione di rocce dure, marcato CE in ottemperanza alla norma UNI EN 3450.

#### Rotaie

I prodotti forniti dovranno essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 13674 con marcatura di rilievo realizzata a caldo con l'identificazione del produttore, la qualità dell'acciaio, le ultime due cifre dell'anno di produzione e il tipo di profilo.

#### Traverse

Le traverse dovranno essere in calcestruzzo precompresso monoblocco o in legno.

#### Colonnelle porta rotaia

Le colonnette porta rotaia per fosse di ispezione e manutenzione di materiale rotabile ferroviario dovranno essere in HE 120 ed HE 140 con relativo sistema di fissaggio sia nel calcestruzzo che per la piastra porta rotaia. Il tutto come da disegno esecutivo allegato al presente capitolato.

## CAPITOLO 15 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE

### Art. 83. Norme generali

Nell'esecuzione di tutte le opere e forniture oggetto dell'appalto devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne descrizione, requisiti di prestazione e modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel Capitolato Speciale di Appalto, negli elaborati grafici e negli elaborati tutti allegati al contratto o da questo richiamati.

## **Art. 84. Demolizioni**

### *85.1 Interventi preliminari*

L'appaltatore deve assicurarsi prima dell'inizio delle demolizioni dell'interruzione di approvvigionamenti idrici, gas e allacci di fognature nonché dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto, in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

- materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

### *85.2 Sbarramento della zona di demolizione o soggette a lavorazioni*

Nella zona interessata dalla demolizione devono essere vietati la sosta e il transito di persone e mezzi, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento e il trasporto del materiale accumulato devono essere consentiti soltanto dopo che è stato sospeso lo scarico dall'alto. Il deposito dovrà essere diaframmato in due parti autonome per permettere le lavorazioni edili e la gestione del materiale rotabile in piena sicurezza. Tale diaframma non potrà essere di altezza inferiore ai 2,00 ml.

### *85.3 Idoneità delle opere provvisorie*

Le opere provvisorie, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza e devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro, secondo le prescrizioni specifiche del piano di sicurezza.

Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare le parti non ritenute più idonee.

Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali 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 a evitare che, durante la demolizione, si possano verificare crolli intempestivi o danni anche a strutture di edifici confinanti o adiacenti.

### *85.4 Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione*

I lavori di demolizione, come stabilito dall'art. 151 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, devono procedere con cautela e con ordine, devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti.

La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

### *85.6 Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta*

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica o altra discarica autorizzata. Diversamente, l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree. Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere o sulle aree precedentemente indicate ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.



#### *85.7 Proprietà degli oggetti ritrovati*

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte, l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si 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 alla stazione appaltante che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità e il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore nell'esecuzione dei lavori scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà altresì darne immediata comunicazione al direttore dei lavori che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

#### *85.8 Demolizione per rovesciamento*

Salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 m può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta.

La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione, in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti.

Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro, quali la trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Si può procedere allo scalzamento dell'opera da abbattere per facilitarne la caduta soltanto quando essa sia stata adeguatamente puntellata. La successiva rimozione dei puntelli deve essere eseguita a distanza a mezzo di funi.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 m, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.

In ogni caso deve evitarsi che, per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi, possano sorgere danni o lesioni agli edifici vicini o a opere adiacenti o derivare pericoli per i lavoratori addetti.

### **Art. 85. Scavi a sezione obbligata e sbancamenti in generale**

#### *86.1 Generalità*

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

#### *86.2 Ricognizione*

L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc. eventualmente non indicati (o indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

#### *86.3 Riferimento ai disegni di progetto esecutivo*

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle prescrizioni della direzione dei lavori.

#### *86.4 Splateamento e sbancamento*

Nei lavori di splateamento o di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere 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 150 cm, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo o per altri motivi siano da temere frane o scoscendimenti, si deve predisporre alla necessaria armatura o al consolidamento del terreno.

#### *86.5 Scavi a sezione obbligata*

Gli scavi a sezione obbligata devono essere effettuati fino alle profondità indicate nel progetto esecutivo con le tolleranze ammesse.

Gli scavi a sezione obbligata eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta devono essere riportati al giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione, a cura e a spese dell'appaltatore.

Eventuali tubazioni esistenti che devono essere abbandonate dovranno essere rimosse dall'area di scavo di fondazione.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 150 cm, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

I sistemi di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 cm.

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

#### *86.6 Scavi in presenza d'acqua*

Sono definiti *scavi in acqua* quelli eseguiti in zone del terreno dove la falda acquifera, pur ricorrendo a opere provvisorie di eliminazione per ottenere un abbassamento della falda, sia costantemente presente a un livello di almeno 20 cm dal fondo dello scavo.

Nel prosciugamento è opportuno che la superficie freatica si abbassi oltre la quota del fondo dello scavo per un tratto di 40-60 cm inversamente proporzionale alla granulometria del terreno in esame.

##### *86.6.1 Pompe di aggotamento*

Le pompe di aggotamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall'appaltatore in quantità, portata e prevalenza sufficienti a garantire nello scavo una presenza di acqua di falda inferiore a 20 cm e in generale per scavi poco profondi.

L'impiego delle pompe di aggotamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della direzione dei lavori e per il loro impiego verrà riconosciuto all'appaltatore il compenso convenuto.

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

##### *86.6.2 Prosciugamento dello scavo con sistema Wellpoint*

Lo scavo di fondazione può essere prosciugato con l'impiego del sistema Wellpoint ad anello chiuso (con collettori perimetrali su entrambi i lati), in presenza di terreni permeabili per porosità, come ghiaie, sabbie, limi, argille e terreni stratificati. Tale metodo comporterà l'utilizzo di una serie di minipozzi filtranti (Wellpoint), con profondità maggiore di quella dello scavo, collegati con un collettore principale di aspirazione munito di pompa autoadescante, di altezza tale da garantire il prosciugamento dello scavo. Le pompe devono essere installate nell'area circostante al terreno in cui necessita tale abbassamento. Le tubazioni di diametro e di lunghezza adeguata dovranno scaricare e smaltire le acque di aggotamento con accorgimenti atti a evitare interramenti o ostruzioni.

L'impianto di drenaggio deve essere idoneo:

- alle condizioni stratigrafiche dei terreni interessati, rilevate fino a una profondità almeno doppia rispetto a quella di prefissata per lo scavo;
- alla permeabilità dei terreni interessati, rilevata mediante prove *in situ*.

L'impresa potrà utilizzare caditoie esistenti ove possibile senza creare a immissione ultimata intasamenti alla naturale linea di smaltimento meteorica.

##### *86.6.3 Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione*

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

#### *86.7 Impiego di esplosivi*

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

#### *86.8 Deposito di materiali in prossimità degli scavi*

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle opportune puntellature.

#### *86.9 Presenza di gas negli scavi*

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo a infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando si sia accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione. Deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica - se siano da temere emanazioni di gas pericolosi - l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti a incendiare il gas.

#### *86.10 Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni e interni e la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe e scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta a informarsi dell'eventuale esistenza di cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature) nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi. In caso affermativo, l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere o impianti (Enel, Telecom, P.T., comuni, consorzi, società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con le opportune cautele, onde evitare danni alle suddette opere.

Qualora nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltretutto naturalmente alla direzione dei lavori.

Fanno comunque carico alla stazione appaltante gli oneri relativi a eventuali spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte.

#### *86.11 Manutenzione degli scavi*

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

Si dovranno proteggere le zone scavate e le scarpate per evitare eventuali scoscendimenti e/o franamenti.

Rifiuti e macerie dovranno essere asportati dagli scavi prima dell'esecuzione delle opere susseguenti.

### **Art. 86. Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi**

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

### **Art. 87. Riparazione di sottoservizi**

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o di provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati dall'impresa durante l'esecuzione degli scavi e delle demolizioni.

### **Art. 88. Rilevati e rinterri**

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione e fino

alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere in quanto disponibili e adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Qualora venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione possibile, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e così da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per essere riprese successivamente al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in cemento armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo saranno a completo carico dell'appaltatore.

È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, dare ai rilevati durante la loro costruzione le dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

## **Art. 89. 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 gg. compresa tra 1400 e 2000 kg/m<sup>3</sup> ed una resistenza caratteristica a compressione R<sub>ck</sub> a 28 gg. non inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

La massa volumica del conglomerato viene misurata secondo le procedure indicate nella norma UNI 7548 - Parte 2°.

Per la determinazione di R<sub>ck</sub> 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 ed 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, è espressa in per cento 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/m<sup>3</sup>, e 15% per aggregati con massa volumica in mucchio non superiore a 500 kg/m<sup>3</sup>.

#### *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 ad 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:

- aggregato grosso;
- 2/3 dell'acqua totale prevista e, dopo un intervallo di circa 30" / 60":
- aggregato fine e cemento,
- 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 adottato per il calcestruzzo ordinario.

#### *Proprietà del calcestruzzo indurito*

Data la 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*

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/m<sup>3</sup> 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*

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 6 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 3 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 contrattistica 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 alle armature, guaine, ancoraggi, ecc

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm, inoltre l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati, e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, 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 gg. 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.

#### *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 ed il 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:

- a) 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 per evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e quindi scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione.
- b) il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- c) 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 é 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 ed adottando gli opportuni provvedimenti necessari ad evitare l'innescio di azioni dinamiche.

Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; 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 e 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 57.1. Tempi minimi per del disarmo delle strutture in c.a. dalla data del getto.

	Calcestruzzo normale (giorni)	Calcestruzzo ad alta resistenza (giorni)
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. debbono essere impiegate casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi 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 debbono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiacca 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 57.2. Legname per carpenteria

Tavolame	Tavole (o sottomisure)	spessore 2,5 cm larghezza 8-16 cm lunghezza 4 m
	Tavoloni (da ponteggio)	spessore 5 cm larghezza 30-40 cm lunghezza 4 m
Legname segato	Travi (sostacchine)	sezione quadrata da 12x12 a 20x20 cm lunghezza 4 m
Legname tondo	Antenne, candeie	diametro min 12 cm lunghezza > 10-12 cm
	Pali, ritti	diametro 10-12 cm lunghezza > 6-12 cm
Residui di lavorazioni precedenti	da tavole (mascelle) da travi (mozzature)	lunghezza >20 cm

( fonte: AITEC, Il cemento armato: carpenteria,)

#### *Pulizia e trattamento*

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

#### *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, etc.*

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, etc. 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, etc.

### *Disarmo*

I casseri e i puntelli devono rimanere indisturbati fino alla data di disarmo delle strutture. I casseri ed 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 state 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 ed 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.

## **Art. 90. 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.

Le limitazioni di cui sopra 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) siano 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 gradualità, 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 debbono 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, purchè vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica. Le giunzioni calcolate con  $\mu = 0,45$  debbono 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.

**Interasse dei bulloni e distanze dai margini**

Valgono le limitazioni di cui al punto 62.2.2.

***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  $10^\circ$  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  $60^\circ$  e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

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

La taratura delle chiavi dinamometriche deve essere certificata prima dell'inizio lavori da un laboratorio 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 abbiano giacitura ortogonale agli assi dei fori, i bulloni devono essere piazzati con interposte rosette cuneiformi, tali da garantire un assetto corretto della testa e del dado e da consentire un serraggio normale.

***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 EN2883.

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, ed 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 ed il tipo di controlli sono definiti dalle 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 membrature collegate.

Le membrature 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 membrature 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 ed 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 contropiastra 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.

#### *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, purchè 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 anzichè 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 ove 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. 91. Esecuzione delle coperture discontinue (a falda)**

### *92.1 Generalità*

Si definiscono *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.

### *92.2 Strati funzionali*

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali definiti secondo la norma **UNI 8178**.

La copertura non termoisolata e non ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante, con funzione di sopportare i carichi permanenti e i sovraccarichi della copertura;
- lo strato di pendenza, con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre integrata in altri strati);
- l'elemento di supporto, con funzione di sostenere gli strati a esso appoggiati (e di trasmettere la forza all'elemento portante);
- l'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.

La copertura termoisolata e non ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento termoisolante, con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- 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;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

La presenza di altri strati funzionali (complementari), eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della norma **UNI 8178**, sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.

### *92.3 Realizzazione delle coperture in lamiera grecata e in pannelli metallici sandwich coibentati*

Prima di intraprendere il lavoro di montaggio in cantiere, l'appaltatore dovrà visionare gli elaborati di progetto ed attenersi alle relative prescrizioni. Ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ivi incluse le

prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.). Si dovrà procedere alla verifica degli allineamenti delle strutture di sostegno verificandone la loro compatibilità, assicurarsi che non sussistano interferenze con linee elettriche aeree nella zona di manovra, accertarsi che il lavoro sia compatibile con le altre attività di cantiere e verificare l'idoneità dell'area di cantiere per il deposito e la movimentazione del materiale. Tutte le operazioni di montaggio devono essere effettuate in conformità e nel rispetto delle vigenti norme di sicurezza con personale idoneamente equipaggiato e dotato di attrezzatura adeguata.

#### *92.3.1 Montaggio lastre in lamiera grecata e pannelli metallici sandwich coibentati in copertura*

Il montaggio dei pannelli di copertura dovrà avvenire di norma mediante la loro disposizione su appoggi lineari e paralleli alla linea di gronda. I giunti longitudinali (sormonti) saranno realizzati mediante sovrapposizione della grecatura esterna dei pannelli contigui. Particolare attenzione dovrà essere posta nei punti di contatto tra gli appoggi e le lamiere di supporto dei pannelli al fine di evitare fenomeni legati alla corrosione elettrochimica nel caso di accoppiamento di metalli non compatibili. A tale scopo si possono introdurre come separatori nastri elastomeri o nastri di resine espanse. Le operazioni per una corretta sequenza di montaggio sono di norma le seguenti:

- posa dei canali di gronda;
- posa di eventuali sottocolmi e scossaline di raccordo;
- asportazione dell'eventuale film di protezione dei pannelli;
- posa dei pannelli a partire dalla linea di gronda e da una estremità laterale, verificando l'allineamento degli elementi;
- posa dei sormonti laterali in direzione opposta a quella dell'eventuale vento dominante;
- fissaggio sistematico degli elementi in opera, avendo cura di verificare l'accoppiamento degli elementi e di non lasciare residui di lavorazione.

#### *92.3.2 Fissaggi*

Scopo dei fissaggi è quello di ancorare efficacemente l'elemento pannello alla struttura portante. Il numero e la posizione dei fissaggi deve essere tale da garantire la resistenza alle sollecitazioni indotte dai carichi dinamici che possono agire anche in depressione. E' necessario rispettare :

- il corretto diametro del foro pilota che devono essere trapanati e non punzonati;
- la perpendicolare degli elementi di fissaggio rispetto agli elementi di supporto per non indurre sollecitazioni flessionali;
- le dimensioni ed il tipo di rosetta ed eventuale cappellotto;
- le dimensioni ed il tipo delle guarnizioni per la tenuta all'acqua;
- la coppia massima di serraggio per evitare fenomeni deformativi dell'elemento filettato.

Si dovrà tenere conto dei carichi agenti sul fissaggio (depressione esterna del vento, pressione interna del vento, flessione a taglio in corrispondenza dell'elemento di fissaggi e movimenti della struttura portante) mediante l'utilizzo di opportuni coefficienti di sicurezza.

La funzionalità dei fissaggi è legata alla durabilità dei pannelli e dovrà garantire una adeguata efficienza dell'intera struttura nel tempo, garantendo :

- durata : mediante la scelta di materiali idonei al fissaggio come acciai al carbonio opportunamente rivestiti o acciai inossidabili tipo austenitici (AISI 304 e 316) per evitare la corrosione;
- impermeabilizzazione : mediante la sigillatura del foro di penetrazione adottando anelli di tenuta;
- estetica : mediante gruppi di fissaggio coerente con l'estetica dell'opera essendo possibili fissaggi a vista o nascosti quando non espressamente previsti dal progetto;
- efficienza strutturale : il gruppo di fissaggio dovrà poter superare la resistenza a trazione e a estrazione, la resistenza alla spinta, alla pressione, allo svitamento garantendo la giusta compatibilità dei materiali.

I dispositivi di fissaggio non dovranno essere serrati a fondo per consentire dilatazioni dei pannelli indotte da condizioni igrotermiche e il numero dei fissaggi dovrà essere in funzione della situazione climatica locale. La densità minima di fissaggio è quella che prevede un fissaggio su greche alterne nella parte corrente della copertura ed un fissaggio ogni greca in corrispondenza delle fasce perimetrali e, in zone particolarmente ventose, anche nella parte centrale.

Per ovviare ad eventuali anomalie funzionali e strutturali causati dalla elevata lunghezza del pannello ( $L > 5$  ml), dall'irraggiamento elevato (i metalli sono soggetti al fenomeno della dilatazione e contrazione termica per effetto della variazione di temperatura), da colori scuri e dall'alto valore della pendenza si possono adottare giunti di dilatazione scorrevole, ancoraggi scorrevoli, segmentazione dei pannelli o idonea tessitura di fissaggio.



### *92.3.3 Pezzi speciali ed elementi di completamento*

Il produttore di lamiere grecate/pannelli e l'installatore dovranno essere in grado di fornire tutti i pezzi speciali e gli elementi di completamento nonché di eseguire tutte quelle lavorazioni che risultano parte integrante del progetto assicurandone le caratteristiche prestazioni. Tra i pezzi speciali, gli elementi di completamento e le lavorazioni delle coperture in pannelli sandwich coibentati sono compresi gli elementi curvilinei di raccordo con il tamponamento verticale, la formazione dei canali di gronda, la formazione dei lucernari, guarnizioni, componentistiche accessorie e tutte le lattonerie di qualsiasi tipo e forma occorrenti dare l'opera finita e completa in ogni sua parte.

### *92.4 Controlli del direttore dei lavori*

Il direttore dei lavori verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato e 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.

### *92.5 Norme di riferimento*

**UNI EN 10372** – Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture realizzate con elementi metallici in lastre.

## **Art. 92. Opere di impermeabilizzazione**

### *Definizioni*

Si definiscono *opere di impermeabilizzazione* quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o vapore) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti contro terra, ecc.) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti.

Le opere di impermeabilizzazione si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

### *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 nei documenti di progetto.

### *Impermeabilizzazione di opere interrate*

Per l'impermeabilizzazione di opere interrate valgono le prescrizioni di seguito indicate.

Per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti e alla lacerazione, meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di riporto (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno. Inoltre durante la realizzazione, si curerà che i risvolti, i punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti, onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.

Per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà come indicato sopra a proposito della resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc., si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica.

Per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno), in modo da avere continuità e adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si

formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta. Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi o in pasta, si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità e anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc., nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno. Durante l'esecuzione, si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione - ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza - saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione.

#### *Impermeabilizzazioni di elementi verticali*

Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc.

Gli strati dovranno essere realizzati con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc. curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento. L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali e altri prodotti similari sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia e osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

#### *Controlli del direttore dei lavori*

Il direttore dei lavori, per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti e inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare, verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili, verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.) l'impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

A conclusione dell'opera, eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, l'interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.

### **Art. 93. Esecuzione delle pareti esterne e delle partizioni interne**

#### *Definizioni*

Per *parete esterna* si intende il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno.

Per *partizione interna* si intende un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Nell'esecuzione delle pareti esterne si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, a intercapedine, termoisolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina o inserita).

Nell'esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

#### *Strati funzionali*

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie di parete è composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni).

#### *Pareti esterne ed interne in pannelli metallici sandwich coibentati*

Prima del montaggio dei pannelli si dovrà verificare che :

- i piani di appoggio siano allineati tra di loro;
- le superfici degli appoggi siano protette da possibili corrosioni dovute ad effetto elettrolitico;
- non vi siano interferenze con i cavi delle linee elettriche durante le manovre di sollevamento e posa dei pannelli;

- l'area di cantiere sia idonea per lo stoccaggio dei pannelli onde evitare danni agli stessi;
- vi siano le condizioni di predisporre tutte quelle misure di sicurezza che il lavoro richiede in ordine alle prevenzioni contro gli infortuni e alle vigenti normative.

Il montaggio dei pannelli destinati a parete dovrà avvenire mediante una loro disposizione su appoggi lineari paralleli alla linea del pavimento su una baraccatura di sostegno ancorata alla struttura principale. Le operazioni per una corretta sequenza di montaggio andranno così eseguite :

- particolare attenzione dovrà essere posta nei punti di contatto tra gli appoggi e le lamiere di supporto dei pannelli al fine di evitare fenomeni legati alla corrosione elettrochimica nel caso di accoppiamento di metalli non compatibili; a tale scopo si possono introdurre come separatori nastri elastomeri o nastri in resine espanse;
- posa della lattina di base al piede della parete, nonché delle lattine che necessariamente devono essere installate prima della parete;
- asportazione del film protettivo dei pannelli;
- posa dei pannelli a partire dal piede della parete, avendo cura di eseguire la corretta giunzione e di verificare la loro messa a piombo;
- fissaggio sistematico degli elementi previa verifica del perfetto accostamento degli stessi; la vite di fissaggio deve essere inserita ortogonalmente al pannello;
- uso di scossaline idoneamente sagomate per serramenti, portoni ed ogni tipo di raccordo;
- posa degli elementi di completamento (cantonali, bordature, raccorderie, ecc.);
- controllo generale e pulizia della parete, con particolare attenzione ai fissaggi ed ai raccordi con la serramentistica e la copertura.

I pannelli dovranno essere ancorati alla baraccatura metallica, di norma costituita da profilati metallici posti in senso trasversale alla direzione dei pannelli stessi e a loro volta adeguatamente fissati alla struttura principale.

Il fissaggio dei pannelli alla struttura dovrà avvenire mediante i dispositivi previsti dal sistema stesso. Il numero degli elementi di fissaggio varia in relazione alle differenti situazioni climatiche in cui è ubicato l'edificio. Normalmente per ogni pannello dovrà essere impiegato un grado di fissaggio in corrispondenza di ognuno dei profilati di sostegno. In zone particolarmente esposte all'azione del vento, la densità dei fissaggi dovrà essere determinata dal fornitore caso per caso, incrementando opportunamente il numero rispetto a quanto previsto.

Essendo le pareti esterne costituite dagli stessi pannelli sandwich coibentati usati per le coperture e ad esse raccordate con pezzi speciali curvilinei, per quanto non in contrasto con il presente articolo, vale quanto riportato nell'articolo riguardante le coperture.

Le pareti saranno realizzate utilizzando i materiali e i prodotti rispondenti al presente capitolato e lavorati 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 e del rispetto delle tolleranze di montaggio e dei giochi.

La posa dei pannelli di tamponamento, dei telai, dei serramenti, ecc. sarà effettuata rispettando le tolleranze di posizione e utilizzando i sistemi di fissaggio previsti. Eventuali giunti saranno eseguiti secondo il progetto e comunque posando correttamente le guarnizioni e i sigillanti, in modo da garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, all'aria, l'isolamento termico, acustico, ecc., tenendo conto dei movimenti localizzati della facciata e dei suoi elementi dovuti a variazioni termiche, pressione del vento, ecc.

La posa di scossaline, coprigiunti, ecc. avverrà in modo da favorire la protezione e la durabilità dei materiali protetti e in modo che le stesse non siano danneggiate dai movimenti delle facciate.

#### **Art. 94. Esecuzione di intonaci**

##### *Generalità*

L'esecuzione degli intonaci deve sempre essere preceduta da un'accurata preparazione delle superfici.

Le superfici da intonacare devono essere ripulite da eventuali grumi di malta, regolarizzate nei punti più salienti e poi accuratamente bagnate.

Nel caso di murature in blocchetti di calcestruzzo o pareti in getto di calcestruzzo, l'esecuzione degli intonaci deve essere preceduta da un rinzafo di malta fluida di sabbia e cemento applicata a cazzuola e tirata a frezza lungo in modo da formare uno strato molto scabro dello spessore non superiore a 5 mm.

Non si può procedere all'esecuzione di intonaci, in particolare quelli esterni, quando le strutture non siano protette dagli agenti atmosferici, ossia quando vi sia la possibilità che le acque di pioggia possano imbibire le superfici da intonacare e neppure quando la temperatura minima nelle 24 ore sia tale da pregiudicare la buona

presa della malta. A questa limitazione si può derogare nel caso degli intonaci interni eseguiti in ambienti provvisoriamente chiusi e provvisti di adeguate sorgenti di calore.

Nel caso dell'esecuzione di intonaci su murature appoggiate contro strutture in conglomerato di cemento armato che saranno lasciate a vista, in corrispondenza delle linee di giunzione si devono realizzare scuretti aventi larghezza di 1 cm e profondità di 50 cm - se a spigolo vivo - o a 45° se le strutture in calcestruzzo si presentano con spigoli smussati.

Se espressamente indicato nei disegni di progetto esecutivo, in corrispondenza dell'intersezione tra i piani verticali e i piani orizzontali degli intonaci interni, devono essere realizzati degli scuretti sui piani verticali aventi altezza 1 cm e profondità 50 cm.

Nel caso di intonaci da applicare su strutture di calcestruzzo di cemento armato, si prescrive l'impiego di una rete metallica (o altro materiale idoneo) fissato al supporto allo scopo di eliminare la cavillatura lungo le linee di contatto tra i due materiali di diversa costituzione.

Gli intonaci finiti devono avere lo spessore maggiore o uguale a quello indicato nel progetto esecutivo o voce dell'elenco prezzi, compreso l'onere per la formazione degli spigoli, angoli, suggellature all'incrocio con i pavimenti e i rivestimenti e quanto altro richiesto dalla direzione dei lavori.

#### *Intonaci su superfici vecchie*

Per l'esecuzione degli intonaci su superfici vecchie, mai intonacate, si deve procedere al preliminare distacco di tutti gli elementi non perfettamente solidali con la muratura sottostante e alla lavatura delle superfici, in modo da garantire l'assoluta pulizia.

#### *Intonaci da eseguire su altri esistenti*

Per l'esecuzione di intonaci su altri già esistenti, si dovrà procedere al preliminare distacco di tutti i tratti di intonaco che non siano perfettamente solidali con la muratura sottostante, quindi si procederà a un'adeguata picconatura per creare una superficie su cui il nuovo intonaco possa aderire perfettamente e successivamente alla lavatura delle superfici in modo da garantire l'assoluta pulizia.

#### *Intonaco grezzo o rinzafo rustico*

L'intonaco grezzo deve essere costituito da uno strato di rinzafo rustico, applicato con predisposte poste e guide, su pareti, soffitti e volte sia per interni sia per esterni. Ad applicazione conclusa non dovranno notarsi parti mancanti anche di piccole dimensioni e la superficie dovrà essere sufficientemente ruvida da garantire l'ancoraggio dello strato successivo.

L'applicazione può essere eseguita senza l'uso di guide, a mano con cazzuola o con macchina intonacatrice con successiva regolarizzazione dello strato di malta mediante staggiatura.

L'intonaco può essere composto:

- con malta di calce e pozzolana, composta da 120 kg di calce idrata per 1 m<sup>3</sup> di pozzolana vagliata;
- con malta bastarda di calce, sabbia e cemento composta da 0,35 m<sup>3</sup> di calce spenta, 100 kg di cemento tipo 325 e 0,9 m<sup>3</sup> di sabbia;
- con malta cementizia composta da 300 kg di cemento tipo 325 per 1 m<sup>3</sup> di sabbia;
- con malta preconfezionata di calce naturale, costituita esclusivamente da aggregati di sabbie e polveri carbonatiche selezionate in curva granulometrica 0-4, legante di calce aerea e calce idraulica bianca.

#### *Intonaco grezzo fratazzato o traversato*

L'intonaco grezzo fratazzato (o traversato) deve essere costituito da un primo strato di rinzafo e da un secondo strato fratazzato rustico, applicato con predisposte poste e guide (o sestì), su pareti e soffitti, sia per interni sia per esterni.

#### *Intonaco rustico per interni di tipo premiscelato per applicazione manuale*

L'intonaco rustico per interni costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), vermiculite espansa, perlite espansa e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato manualmente su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a frattazzo, finitura idonea a ricevere l'eventuale incollaggio di piastrelle in ceramica.

#### *Intonaco rustico per interni di tipo premiscelato, biprodotto per applicazione a macchina*

L'intonaco rustico per interni di tipo premiscelato e riprodotto, costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), vermiculite espansa, perlite espansa e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a frattazzo, finitura idonea a ricevere

l'eventuale incollaggio di piastrelle di ceramica.

I giunti di elementi diversi devono essere armati con una rete in fibra di vetro alcali resistente. La rete portaintonaco non deve essere fissata direttamente alla muratura, ma va immersa nella parte superficiale. Gli eventuali fori o lesioni nella muratura devono essere precedentemente chiusi. Per rispettare la piombatura delle pareti, è consigliabile predisporre paraspigoli o staggie negli angoli e guide verticali nelle pareti.

Non è possibile interrompere la spruzzatura dell'intonaco per un periodo di tempo maggiore di 30 minuti. Si applica in unico strato sino a spessori di 5-30 mm spruzzando dal basso verso l'alto e successivamente si raddrizza con staggia ad H o coltello con passaggi in senso orizzontale e verticale, sino a ottenere una superficie piana. Dopo l'irrigidimento (circa due ore), il materiale va spianato con la lama o il rabot. Per una finitura a civile, può essere successivamente applicata una malta fina a base di calce, senza l'aggiunta di cemento.

L'intonaco deve essere applicato su fondi asciutti con umidità non superiore al 2,5%. L'intonaco fresco deve essere protetto dal gelo e da una rapida essiccazione.

Le pitture, i rivestimenti, le tappezzerie, ecc. devono essere applicati solo dopo la completa essiccazione e la stagionatura degli intonaci.

#### *Intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotta, per applicazione a macchina*

L'intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotta, costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), perlite espansa e additivi chimici, confezionata in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici in laterizio o calcestruzzo, spianatura con riga e lisciatura a frattazzo. Per sottofondi speciali, bisogna osservare le istruzioni del fornitore. In locali umidi (bagni, cucine, garage), l'uso di questo tipo di intonaco è da evitare e si consiglia l'applicazione di intonaci a base di calce e cemento.

I giunti di elementi diversi devono essere armati con una rete in fibra di vetro alcali resistente. La rete portaintonaco non deve essere fissata direttamente alla muratura, ma va immersa nella parte superficiale. Gli eventuali fori o lesioni nella muratura devono essere precedentemente chiusi. Per rispettare la piombatura delle pareti è consigliabile predisporre paraspigoli o staggie negli angoli e guide verticali nelle pareti.

Non è possibile interrompere la spruzzatura dell'intonaco per un periodo di tempo maggiore di 30 minuti. Si applica in un unico strato sino a spessori di 5-30 mm spruzzando dal basso verso l'alto e, successivamente, si raddrizza con staggia ad H o coltello con passaggi in senso orizzontale e verticale sino a ottenere una superficie piana. Dopo l'irrigidimento (circa due ore), il materiale va spianato con la lama o il rabot. Per una finitura a civile, può essere successivamente applicata una malta fina a base di calce, senza l'aggiunta di cemento.

L'intonaco deve essere applicato su fondi asciutti con umidità non superiore al 2,5%. L'intonaco fresco deve essere protetto dal gelo e da una rapida essiccazione.

Le pitture, i rivestimenti, le tappezzerie, ecc. devono essere applicati solo dopo la completa essiccazione e la stagionatura degli intonaci.

#### *Intonaco per esterno di tipo plastico*

L'intonaco sarà costituito da un rinzafo in malta di cemento tirato in piano a frattazzo dello spessore di 15 mm e successiva applicazione di un intonaco plastico a base di inerti minerali e leganti polimerici plastici, colorato, dato a frattazzo metallico, previa preparazione dello strato di ancoraggio.

L'intonaco plastico può essere applicato su intonaco grezzo, civile, di malta bastarda, tonachino e su elementi prefabbricati in conglomerato cementizio.

Prima dell'applicazione dovranno essere asportate tutte le zone inconsistenti di intonaco. Occorre eliminare la polvere con una spazzolatura manuale e primerizzare i fondi con idoneo fissativo.

L'applicazione del prodotto deve essere eseguita manualmente in doppio strato, applicando un primo strato con un normale frattone in acciaio. Appena quest'ultimo sarà asciutta, con lo stesso sistema si applicherà un secondo strato di prodotto. L'effetto rustico può essere immediatamente ottenuto con un rullo di caucciù o con rullo di spugna forata.

La maggiore o minore intensità dei rilievi è esclusivamente determinata dalla quantità di prodotto che si impiega.

#### *Paraspigoli in lamiera zincata*

I paraspigoli devono essere applicati prima della formazione degli intonaci e devono essere costituiti da profilati in lamiera zincata dell'altezza minima di 170 cm e dello spessore di 1 mm.

#### *Giunti di dilatazione*

I giunti di dilatazione possono essere realizzati con profili in polivinilcloruro, in acciaio galvanizzato, in alluminio o in lamiera verniciata, con interposto elemento elastico, resistente agli agenti atmosferici. Il profilo

deve avere la superficie di appoggio in neoprene o con caratteristiche tali da compensare le eventuali irregolarità della superficie d'appoggio. Le modalità di applicazione devono essere quelle indicate dal produttore, come riportato nella scheda tecnica del prodotto.

#### *Protezione degli intonaci realizzati*

Le superfici intonacate non ancora stagionate, specie se esterne, devono risultare protette dagli agenti atmosferici (pioggia battente, vento, sole, gelo, ecc.), nelle modalità indicate dal produttore, soprattutto per evitare la repentina essiccazione per effetto dell'azione vento e del sole.

### **Art. 95. Opere di vetratura e serramentistica**

#### *Definizioni*

Per *opere di vetratura* si intendono quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti similari sempre comunque in funzione di schermo), sia in luci fisse sia in ante fisse, o mobili di finestre, portefinestre o porte.

Per *opere di serramentistica* si intendono quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

#### *Realizzazione*

La realizzazione delle opere di vetratura deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto, e, ove questo non sia sufficientemente dettagliato, valgono le prescrizioni seguenti.

Le lastre di vetro in relazione al loro comportamento meccanico devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico di vento e neve, delle sollecitazioni dovute a eventuali sbalzi e delle deformazioni prevedibili del serramento.

Devono inoltre essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità e di sicurezza, sia ai fini antinfortunistici sia di resistenza alle effrazioni, agli atti vandalici, ecc.

Per la valutazione della adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto, si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico e acustico, la sicurezza, ecc. (UNI 7143, UNI 7144, UNI EN 12758 e UNI 7697).

Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione e alle dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e le dimensioni in genere, la capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi e ante apribili; la resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici, tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.

Nel caso di lastre posate senza serramento, gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica ed essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento. I tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata.

Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici e acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. La sigillatura deve comunque essere conforme a quella richiesta dal progetto o effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

L'esecuzione effettuata secondo la norma UNI 6534 potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

#### *Posa in opera dei serramenti*

La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto esecutivo e, quando non precisato, deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.

Le finestre devono essere collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e comunque in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

Il giunto tra controtelaio e telaio fisso, se non progettato in dettaglio, onde mantenere le prestazioni richieste al serramento, dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- assicurare tenuta all'aria e isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo. Se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento o dei carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli a 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, corrosive, 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 (anteffrazione), acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno inoltre le istruzioni per la posa date dal fabbricante e accettate dalla direzione dei lavori.

#### *Controlli del direttore di lavori*

Il direttore dei lavori, nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure), verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti. In particolare, verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi e i controtelai, l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate e il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni. A conclusione dei lavori, il direttore eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza di giunti, sigillature, ecc., nonché i controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria) e l'assenza di punti di attrito non previsti. Eseguirà quindi prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia e all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.

### **Art. 96. Esecuzione delle pavimentazioni**

#### *Definizioni*

Le pavimentazioni si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

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

Le pavimentazioni industriali monolitiche strutturali ad alta resistenza sono previste su strato portante costituito da massicciata ferroviaria o soletta strutturale in c.a.

#### *Realizzazione delle pavimentazioni industriali*

La realizzazione delle pavimentazioni industriali monolitiche strutturali ad alta resistenza sarà costituita da una piastra portante in calcestruzzo Rck 30, armato e dello spessore previsti negli elaborati di progetto, e uno strato di usura dello spessore di circa 10 mm. Il calcestruzzo formulato ed armato per l'ottenimento delle prestazioni conformi al progetto sarà dosato con 370 kg/mc di cemento e dovrà essere dotato dei requisiti di resistenza, durabilità e ritiro controllato. Lo strato di usura sarà costituito da una miscela a base di quarzo sferoidale e minerali duri con l'aggiunta di speciali leganti, in curva granulometrica omogenea compresa tra mm 0,125 e 3,0 in ragione di 10/12 kg/mq impastato con acqua con 7 kg/mq di cemento. Il composto dovrà avere le seguenti caratteristiche: compressione  $\leq$  kg /cmq 870, torsione  $\leq$  kg /cmq 120 e usura  $\leq$  3,5 cmc/50 cmq e sarà applicato a "maltina" su calcestruzzo "fresco su fresco" e successivamente rifinito. La pavimentazione sarà separata dalla base di appoggio con uno strato isolante in fogli di pvc sovrapposti e separata dalle strutture in elevazione con materiale idoneo. La pavimentazione dovrà essere protetta in tutti i bordi perimetrali e in tutti gli spigoli con profilati metallici zincati come da particolari di progetto, nonché separata dalle rotaie ferroviarie con idonee controrotaie metalliche. I giunti di ritiro dovranno essere eseguiti con taglio meccanico nelle dimensioni

ordinarie di ml 5x5 e riempiti con pvc o sigillati con resina. La pavimentazione, eseguita con la formazione di eventuali pendenze, dovrà assicurare una resistenza minima alla compressione di 9 N/mm<sup>2</sup> e dovrà avere una perfetta planarità con tolleranza longitudinale (lungo l'asse di maggiore lunghezza) di +/- 4 mm al metro e tolleranza trasversale di +/- 2 mm al metro.

#### *Controlli del direttore dei lavori*

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle pavimentazioni verificherà:

- il collegamento tra gli strati;
- la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli e in genere prodotti preformati;
- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari.

Ove sono richieste lavorazioni in sito, il direttore dei lavori verificherà, con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- le adesioni fra strati (o, quando richiesto, l'esistenza di completa separazione);
- le tenute all'acqua, all'umidità, ecc.

A conclusione dei lavori infine eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento, formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

### **Art. 97. Opere di rifinitura varie**

#### *98.1 Verniciature e tinteggiature*

##### *Attrezzatura*

Tutta l'attrezzatura che si prevede di usare per le operazioni di verniciatura o di tinteggiatura deve essere sottoposta all'approvazione della direzione dei lavori.

I pennelli e i rulli devono essere del tipo, della superficie e delle dimensioni adatte alle vernici che si impiegheranno e al tipo di lavoro che si sta eseguendo e non dovranno lasciare impronte.

L'attrezzatura per la verniciatura a spruzzo (*air-less*) deve essere corredata da pistole di tipo idoneo a ogni singolo impiego.

Tutta l'attrezzatura infine deve essere mantenuta sempre in ottime condizioni di funzionamento. Si raccomanda perciò la pulizia più accurata per il successivo riutilizzo.

##### *98.1.1 Campionature*

L'appaltatore dovrà predisporre dei campioni dei supporti, possibilmente dello stesso materiale, sul quale saranno applicati i prodotti vernicianti o pitture con i trattamenti secondo i cicli previsti in più tonalità di tinte, per consentire alla direzione dei lavori di operare una scelta.

Secondo le disposizioni impartite, si dovrà completare un pannello, un tratto di muratura o un locale completo.

La totalità del lavoro potrà procedere solo dopo l'approvazione della direzione dei lavori.

L'elemento scelto come campione servirà come riferimento al quale si dovrà uniformare l'intera opera da eseguire.

##### *98.1.2 Preparazione delle superfici*

Le operazioni di tinteggiatura o di verniciatura devono essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (asportazione di carta da parati, asportazione di tempere, carteggiatura, lavaggio sgrassante, lavatura, neutralizzazione, rasatura, raschiature, maschiettatura, sabbatura e/ scrostatura, spolveratura, spazzolatura, stuccature, levigature, ecc.), con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

##### *98.1.3 Stato delle superfici murarie e metalliche*

Le superfici murarie nuove devono essere prive di qualsiasi residuo di lavorazione precedente a quello del rivestimento protettivo o decorativo.

Le superfici metalliche nuove devono essere prive di calamina, ruggine, incrostazioni di malta, grassi, residui oleosi o untuosi e non essere trattati con pitture di fondo antiruggine o wash primer.

Le superfici dei manufatti lignei devono essere prive di tracce di residui untuosi o di pitture di fondo, nonché prive di fessurazioni e irregolarità trattate con mastici o stucchi non idonei.



#### *98.1.4 Preparazione dei prodotti*

La miscelazione e la posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti deve avvenire nei rapporti, nei modi e nei tempi indicati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto.

#### *98.1.5 Esecuzione*

##### *98.1.5.1 Tinteggiatura di pareti*

La tinteggiatura deve essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, ecc., in conformità con i modi fissati per ciascun tipo di lavorazione e nei modi indicati dal produttore.

##### *98.1.5.2 Tinteggiatura a tempera*

La tinteggiatura a tempera, in tinta unica chiara, su intonaco civile, a calce o a gesso, richiede:

- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina, per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli, difetti di vibrazione;
- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;
- l'imprimatura a uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua data a pennello;
- il ciclo di pittura costituito da strato di fondo e strato di finitura con pittura a tempera, dati a pennello o a rullo.

##### *98.1.5.3 Tinteggiatura con idropittura a base di cemento*

Questo tipo di tinteggiatura deve essere eseguito direttamente sull'intonaco o su calcestruzzo, previa accurata pulizia delle superfici.

La tinteggiatura deve essere eseguita a due mani.

L'applicazione non può essere eseguita su superfici già tinteggiate a calce se non previa rimozione di questa.

##### *98.1.5.4 Tinteggiatura con idropittura a base di resine sintetiche*

Deve essere anzitutto applicata, sulle superfici da trattare, una mano di fondo isolante, impiegando il prodotto consigliato dal produttore.

Dopo la completa essiccazione della mano di preparazione, si deve procedere all'applicazione delle due mani di tinta, intervallate l'una dall'altra di almeno 12 ore. L'applicazione può essere eseguita sia a pennello che a rullo.

Lo spessore minimo dello strato secco per ciascuna mano deve essere di 20 microns per gli interni e di 35 microns per gli esterni.

##### *98.1.5.5 Tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa. Applicazione a rullo di lana o pennello.*

La tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa deve rispettare le seguenti fasi:

- eventuale raschiatura delle vecchie superfici mediante spazzola metallica, asportazione dell'eventuale muffa presente e residui persistenti di precedenti pitture;
- eventuale lavaggio delle superfici con soluzioni di ipoclorito di sodio o soda. Qualora le superfici si presentassero particolarmente invase da funghi e muffe, occorrerà trattare le stesse con una soluzione disinfettante data in due mani;
- eventuale applicazione di una mano di primer acrilico al solvente ad alta penetrazione sulle superfici fortemente sfarinanti;
- applicazione di una prima mano diluita in dispersione acquosa al 15%;
- applicazione di mano a finire diluita in dispersione acquosa al 15%. Lo spessore del film essiccato (due mani) dovrà essere di minimo 50 microns.

##### *98.1.5.6 Tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni*

La tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni, altamente traspirante, adatta per tutte le superfici murali, vecchie e nuove, composta da albume, latte, carbonati di calcio e altre polveri naturali, deve essere effettuata mediante preparazione del supporto con spazzolatura e pulizia della superficie. Prima dell'applicazione, se l'intonaco è asciutto, è necessario inumidire la superficie con acqua. Infine, occorre applicare minimo due mani a pennello, diluendo con circa il 15-25% di acqua.

##### *98.1.5.7 Applicazione di idrorepellente protettivo su intonaco civile esterno*

L'applicazione di idrorepellente protettivo - a uno strato dato a pennello - del tipo vernice siliconica in solvente o

soluzione di strato di alluminio in solvente - data su intonaco civile esterno - su rivestimento in laterizio e simili e su calcestruzzo a vista, per renderli inattaccabili agli agenti atmosferici e stabilizzarne sia il colore che la resistenza superficiale allo sbriciolamento, richiede:

- la preparazione del supporto con spazzolatura, per eliminare i corpi estranei e la polvere.
- il ciclo di pittura idrorepellente, costituito da uno o più strati dati a pennello.

#### *98.1.6 Verniciatura*

##### *98.1.6.1 Generalità*

L'applicazione dei prodotti vernicianti non deve essere effettuata su superfici umide. L'intervallo di tempo fra una mano e la successiva deve essere - salvo diverse prescrizioni - di 24 ore, la temperatura ambiente non deve superare i 40 °C e la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5 e 50 °C, con un massimo di 80% di umidità relativa. In generale, ogni strato di pittura deve essere applicato dopo l'essiccazione dello stato precedente e comunque secondo le esigenze richieste dagli specifici prodotti vernicianti impiegati. La verniciatura, soprattutto per le parti visibili, non deve presentare colature, festonature e sovrapposizioni anormali.

Le modalità di applicazione possono essere a pennello e a spruzzo.

Nell'applicazione a pennello ciascuna mano deve essere applicata pennellando in modo che aderisca completamente alla superficie. La vernice deve essere tirata in maniera liscia e uniforme, senza colature, interruzioni, bordi sfuocati o altri difetti e in modo da risultare compatta e asciutta prima che venga applicata la seconda mano. Bisognerà osservare il tempo minimo indicato dal produttore per l'applicazione fra una mano e l'altra.

L'applicazione a spruzzo deve essere effettuata prima in un senso e quindi nel senso opposto, fino a coprire tutta la superficie. La vernice che deve essere impiegata dovrà essere solo del tipo a spruzzo. Si dovranno ricoprire opportunamente le superfici circostanti, perché non si abbiano a sporcare altri manufatti.

Le opere di verniciatura su manufatti metallici devono essere precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate. Deve quindi essere applicata almeno una mano di vernice protettiva e un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e del colore previsti fino al raggiungimento della completa uniformità della superficie.

Nelle opere di verniciatura eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del supporto e alle successive fasi di preparazione, si deve attendere un adeguato periodo, fissato dalla direzione dei lavori, di stagionatura degli intonaci, trascorso il quale si può procedere all'applicazione di una mano di imprimitura (eseguita con prodotti speciali) o di una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e delle caratteristiche fissate.

##### *98.1.6.2 Verniciatura a smalto (tradizionale)*

Prima di applicare lo smalto, si deve procedere alla stuccatura, per eliminare eventuali difetti che, pur essendo di limitatissima entità e rientranti nelle tolleranze, possono essere presenti sulle superfici dei manufatti.

Le parti stuccate, dopo accurata scartavetratura, devono essere ritoccate con lo smalto.

Si applica successivamente la prima mano di smalto e, dopo la completa essiccazione di questa, la seconda mano.

La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole accertamento del numero delle passate applicate.

Lo spessore dello strato secco di ciascuna mano non deve essere inferiore a 25 micron.

Deve essere evitato ogni danneggiamento alle superfici verniciate dipendente da distacchi di lembi dello strato di vernice, in conseguenza di aderenza delle varie superfici fra loro, come, ad esempio, fra i battenti mobili e i telai fissi di serramenti.

##### *98.1.6.3 Verniciatura con smalto epossidico su pareti in blocchi di calcestruzzo o su superfici di calcestruzzo lisce o intonacate*

La verniciatura con smalto epossidico deve rispettare le seguenti fasi:

- applicazione a pennello di prodotto passivante del cemento;
- rasatura di tutte le superfici con stucco compatibile alle resine epossidiche impiegate;
- applicazione a pennello di una mano di fondo epossidico di colore neutro e per uno spessore di 30 micron;
- applicazione ad air-less o a pennello di una prima mano di smalto epossidico per uno spessore di 35 micron;
- applicazione ad air-less di una mano a finire di smalto epossidico, del colore stabilito dai disegni, a finitura lucida e per uno spessore minimo di 30 micron.

#### *98.1.6.4 Verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno*

La verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno, deve rispettare le seguenti fasi:

- decapaggio delle opere eseguite con panni imbevuti di solvente approvato;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione a pennello di una mano di wash-primer passivante della zincatura;
- applicazione a pennello di una prima mano di copertura con smalto sintetico per uno spessore minimo di 30 micron;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto sintetico per uno spessore minimo di 30 micron.

#### *98.1.6.5 Opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio (già trattate con una mano di zincante inorganico) verniciate con smalto poliuretanico*

La verniciatura di opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio deve rispettare le seguenti fasi:

- accurata pulizia delle opere eseguita con panno imbevuto di solvente approvato;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione a pennello di una mano di primer senza alcuna diluizione;
- applicazione, a pennello o con spruzzo di air-less, di una prima mano di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 micron;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 micron.

#### *98.1.6.6 Sola applicazione dell'antiruggine*

La prima mano di antiruggine, a base di minio oleofenolico o cromato di zinco, deve essere applicata dopo aver preparato adeguatamente le superfici da verniciare.

Sulle parti non più accessibili dopo la posa in opera, deve essere preventivamente applicata anche la seconda mano di antiruggine.

La seconda mano di antiruggine deve essere applicata dopo la completa essiccazione della prima mano, previa pulitura delle superfici da polvere e altri imbrattamenti, e l'esecuzione di ritocchi agli eventuali danneggiamenti verificatisi durante la posa in opera.

Lo spessore dello strato secco di ciascuna mano non deve essere inferiore a 25 micron.

La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole accertamento dell'effettivo numero delle passate applicate.

#### *98.1.6.7 Opere esterne in ferro e profilati in genere annegati in getti di calcestruzzo (ferri Bauer o Alfen o simili, comprese tubazioni)*

La verniciatura di opere esterne in ferro e profilati, in genere annegati in getti di calcestruzzo, deve rispettare le seguenti fasi:

- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia, sostanze grasse, calcestruzzo;
- applicazione a pennello di un primo strato di antiruggine al minio di piombo;
- applicazione di un secondo strato di antiruggine al minio di piombo a 48 ore di distanza, sempre a pennello;
- applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minimo di 30 micron;
- applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minimo di 30 micron.

#### *98.1.7 Protezione*

Le opere verniciate devono essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione. La pitturazione deve essere eseguita sempre in ambiente protetto dagli agenti atmosferici che possono pregiudicare l'essiccamento della vernice e nelle condizioni di umidità e di temperatura dell'ambiente indicate dal produttore della vernice o della pittura.

#### *98.1.8 Controllo*

Il direttore dei lavori potrà controllare lo spessore degli strati di vernice con apposita strumentazione magnetica. È ammessa una tolleranza di  $\pm 10\%$ . Deve essere controllato anche che il consumo a metro quadro del prodotto corrisponda a quanto indicato dal produttore.

Per l'esecuzione delle prove si citano le seguenti norme UNI di riferimento:

**UNI 8754** - Edilizia. Verniciature, pitturazioni, RPAC, tinteggiature, impregnazioni superficiali. Caratteristiche e metodi di prova;

**UNI 8755** - Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione

*superficiale e misti. Caratteristiche di attitudine all'immagazzinamento e all'applicazione;*

**UNI 8756** - Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di identificazione e metodi di prova.

Un'altra norma di riferimento è data dall'ultima edizione del capitolato tecnico d'appalto per opere di pitturazione edile-industriale, edito dalla Associazione nazionale imprese di verniciatura, decorazione e stuccatura (ANVIDES).

#### *98.1.9 Smaltimento rifiuti*

L'appaltatore ha l'obbligo di non scaricare in fognatura e di non disperdere nell'ambiente il prodotto e/o il contenitore.

In caso di spargimenti occorre assorbire con sabbia. I rifiuti derivanti, classificabili come speciali, devono essere smaltiti in apposite discariche autorizzate rispettando le normative locali e nazionali in vigore e ottenendo preventivamente l'autorizzazione degli enti preposti.

#### *98.2 Esecuzione di decorazioni*

Per l'esecuzione delle decorazioni, sia nelle pareti interne sia nei prospetti esterni, la direzione dei lavori può fornire all'appaltatore, qualora non compresi tra i disegni di contratto o a integrazione degli stessi, i necessari particolari costruttivi e modalità esecutive.

Le campionature devono essere sottoposte all'accettazione del direttore dei lavori.

#### *98.3 Verifiche del direttore dei lavori*

Il direttore dei lavori per la realizzazione del sistema di rivestimento, nel corso dell'esecuzione dei lavori e con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti e inoltre almeno per gli strati più significativi, accerterà che il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato.

In particolare, verificherà:

- per i rivestimenti rigidi, le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, ecc.;
- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli), la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;
- per i rivestimenti fluidi o in pasta, il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto in precedenza, verificando la loro completezza, ecc., specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori.

A conclusione dei lavori, il direttore eseguirà prove (anche solo localizzate) con facili mezzi da cantiere, creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o comunque simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi, verificherà in particolare il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti. Per i rivestimenti in fogli, verificherà l'effetto finale e l'adesione al supporto. Per quelli fluidi infine accerterà la completezza, l'assenza di difetti locali e l'aderenza al supporto.

### **Art. 98. Giunti di dilatazione**

#### *Giunti di dilatazione per pavimenti industriali*

Per consentire l'ottimizzazione dell'uso della pavimentazione devono essere costituiti idonei giunti di ritiro sigillati con resine e giunti di costruzione con l'impiego di elementi fuori opera. La formazione dei giunti di ritiro sarà ottenuta mediante taglio di idonea profondità con fresatrice meccanica nelle dimensioni minime di ml 5x5 riempito con pvc o sigillato in resine.

#### *Giunti di dilatazione per facciate, pareti e soffitti*

Eventuali giunti di dilatazione, interni o esterni, per facciate, pareti e soffitti metallici dovranno essere realizzati come previsto dal produttore e secondo i particolari di progetto.

### **Art.99. Colonnette portarotaia**

Le colonnette portarotaia da porre in opera sulle fosse di ispezione e manutenzione di materiale rotabile ferroviario dovranno rispettare le seguenti fasi :

- esecuzione del primo getto di appoggio delle colonnette dotato di un piano di finitura perfettamente piano
- tracciamento tramite strumento topografico degli allineamenti delle rotaie e dei punti centrali di asse delle singole colonnette
- posizionamento ed esecuzione di fori, tramite apposita dima metallica, atti ad accogliere i tirafondi di ancoraggio. I fori dovranno risultare perfettamente puliti da polveri e scorie residuali. I tirafondi dovranno essere fissati tramite l'utilizzo di resina epossidica ad alta fluidità e con caratteristiche di elevata resistenza a :
  - sollecitazioni indotte da carichi dinamici;
  - sollecitazioni di trazione e flessione;
  - acidi, solventi, oli ed idrocarburi;e con elevata capacità di adesione con strutture in cls armato ed acciaio.
- esecuzione del posizionamento delle colonnette con regolazione a doppio dado per spostamenti sugli assi verticale e d orizzontale
- esecuzione del getto finale della platea della fossa per un'altezza di trenta centimetri in cls fluido con precisa attenzione a far defluire il cls nella parte sottostante la piastra di ancoraggio della colonnetta. Il tutto nel pieno rispetto delle dimensioni geometriche della fossa e della posizione prevista per le colonnette
- posizionamento e fissaggio della piastra di ancoraggio (imbullonata o saldata a scelta della AMT) delle rotaie sulla sottostante piastra di testa della colonnetta
- posizionamento delle rotaie e loro bloccaggio tramite piastrino do stringimento

### **Art.100. Criteri per gli interventi di consolidamento di edifici in muratura**

#### *Generalità*

Nel presente articolo si forniscono criteri generali di guida agli interventi di consolidamento degli edifici in muratura, con riferimento ad alcune tecniche di utilizzo corrente. Ovviamente non sono da considerarsi a priori escluse eventuali tecniche di intervento non citate, metodologie innovative o soluzioni particolari che il professionista individui come adeguate per il caso specifico.

Gli interventi di consolidamento vanno applicati, per quanto possibile, in modo regolare ed uniforme alle strutture.

L'esecuzione di interventi su porzioni limitate dell'edificio va opportunamente valutata e giustificata calcolando l'effetto in termini di variazione nella distribuzione delle rigidezze. Nel caso si decida di intervenire su singole parti della struttura, va valutato l'effetto in termini di variazione nella distribuzione delle rigidezze. Particolare attenzione deve essere posta anche alla fase esecutiva degli interventi, onde assicurare l'effettiva efficacia degli stessi, in quanto l'eventuale cattiva esecuzione può comportare il peggioramento delle caratteristiche della muratura o del comportamento globale dell'edificio.

Le indicazioni che seguono non devono essere intese come un elenco di interventi da eseguire comunque e dovunque, ma solo come possibili soluzioni da adottare nei casi in cui siano dimostrate la carenza dello stato attuale del fabbricato ed il beneficio prodotto dall'intervento.

#### *Interventi volti a ridurre le carenze dei collegamenti*

Gli interventi volti a ridurre le carenze dei collegamenti sono mirati ad assicurare alla costruzione un buon comportamento d'assieme, mediante la realizzazione di un buon ammorsamento tra le pareti e di efficaci collegamenti dei solai alle pareti; inoltre, deve essere verificato che le eventuali spinte prodotte da strutture voltate siano efficacemente contrastate e deve essere corretto il malfunzionamento di tetti spingenti.

La realizzazione di questi interventi è un prerequisito essenziale per l'applicazione dei metodi di analisi sismica globale dell'edificio, che si basano sul comportamento delle pareti murarie nel proprio piano, presupponendone la stabilità nei riguardi di azioni sismiche fuori dal piano.

### *Cerchiature esterne*

Le cerchiature esterne, in alcuni casi, si possono realizzare con elementi metallici o materiali compositi, allo scopo di “chiudere” la scatola muraria e di offrire un efficace collegamento tra murature ortogonali. Tale intervento può risultare efficace nel caso di edifici di dimensioni ridotte, dove i tratti rettilinei della cerchiatura non sono troppo estesi, o quando vengono realizzati ancoraggi in corrispondenza dei martelli murari.

È necessario evitare l’insorgere di concentrazioni di tensioni in corrispondenza degli spigoli delle murature, ad esempio con opportune piastre di ripartizione o in alternativa, nel caso si usino fasce in materiale composito, procedendo allo smusso degli spigoli.

### *Ammorsature*

Un’*idonea ammorsatura*, tra parti adiacenti o tra murature che si intersecano, si può realizzare, qualora i collegamenti tra elementi murari siano deteriorati (per la presenza di lesioni per danni sismici o di altra natura) o particolarmente scadenti; si precisa infatti che questi interventi di collegamento locale sono efficaci per il comportamento d’assieme della costruzione in presenza di murature di buone caratteristiche, mentre per le murature scadenti è preferibile l’inserimento di tiranti, che garantiscono un miglior collegamento complessivo.

L’intervento si realizza o attraverso elementi puntuali di cucitura (tecnica scuci e cuci con elementi lapidei o in laterizio) o collegamenti locali con elementi metallici o in altro materiale.

### *Cordoli di sommità*

I cordoli in sommità alla muratura possono costituire una soluzione efficace per collegare le pareti, in una zona dove la muratura è meno coesa a causa del limitato livello di compressione, e per migliorare l’interazione con la copertura; va invece evitata l’esecuzione di cordolature ai livelli intermedi, eseguite nello spessore della parete (specie se di muratura in pietrame), dati gli effetti negativi che le aperture in breccia producono nella distribuzione delle sollecitazioni sui paramenti. Questi possono essere realizzati nei seguenti modi:

- in *muratura armata*, consentendo di realizzare il collegamento attraverso una tecnica volta alla massima conservazione delle caratteristiche murarie esistenti. Essi, infatti, devono essere realizzati con una muratura a tutto spessore e di buone caratteristiche; in genere la soluzione più naturale è l’uso di una muratura in mattoni pieni. All’interno deve essere alloggiata un’armatura metallica, resa aderente alla muratura del cordolo tramite conglomerato, ad esempio malta cementizia. La realizzazione di collegamenti tra cordolo e muratura, eseguita tramite perfori armati disposti con andamento inclinato, se necessaria risulta efficace solo in presenza di muratura di buona qualità. Negli altri casi è opportuno eseguire un consolidamento della muratura nella parte sommitale della parete ed affidarsi all’aderenza ed al contributo dell’attrito;

- in *acciaio*, rappresentando una valida alternativa per la loro leggerezza e la limitata invasività. Essi possono essere eseguiti attraverso una leggera struttura reticolare, in elementi angolari e piatti metallici, o tramite piatti o profili sui due paramenti, collegati tra loro tramite barre passanti; in entrambi i casi è possibile realizzare un accettabile collegamento alla muratura senza la necessità di ricorrere a perfori armati. In presenza di muratura di scarsa qualità, l’intervento deve essere accompagnato da un’opera di bonifica della fascia di muratura interessata. I cordoli metallici si prestano particolarmente bene al collegamento degli elementi lignei della copertura e contribuiscono all’eliminazione delle eventuali spinte;

- in *c.a.*, solo se di altezza limitata, per evitare eccessivi appesantimenti ed irrigidimenti, che si sono dimostrati dannosi in quanto producono elevate sollecitazioni tangenziali tra cordolo e muratura, con conseguenti scorrimenti e disgregazione di quest’ultima. In particolare, tali effetti si sono manifestati nei casi in cui anche la struttura di copertura era stata irrigidita ed appesantita. Nel caso di cordolo in c.a. è in genere opportuno un consolidamento della muratura in prossimità dello stesso, in quanto comunque è diversa la rigidità dei due elementi. Il collegamento tra cordolo e muratura può essere migliorato tramite perfori armati, alle condizioni già illustrate in precedenza.

### *Interventi volti ad incrementare la resistenza nei maschi murari*

#### *Generalità*

Gli interventi di rinforzo delle murature sono mirati al risanamento e riparazione di murature deteriorate e danneggiate ed al miglioramento delle proprietà meccaniche della muratura. Se eseguiti da soli non sono pertanto sufficienti, in generale, a ripristinare o a migliorare l’integrità strutturale complessiva della costruzione. Il tipo di intervento da applicare andrà valutato anche in base alla tipologia e alla qualità della muratura. Gli interventi dovranno utilizzare materiali con caratteristiche fisicochimiche e meccaniche analoghe e, comunque, il più possibile compatibili con quelle dei materiali in opera. L’intervento deve mirare a far recuperare alla parete

una resistenza sostanzialmente uniforme e una continuità nella rigidezza, anche realizzando gli opportuni ammorsamenti, qualora mancanti. L'inserimento di materiali diversi dalla muratura, ed in particolare di elementi in conglomerato cementizio, va operato con cautela e solo ove il rapporto tra efficacia ottenuta e impatto provocato sia minore di altri interventi, come nel caso di architravi danneggiati e particolarmente sollecitati.

A seconda dei casi si procederà:

- a riparazioni localizzate di parti lesionate o degradate;
- a ricostituire la compagine muraria in corrispondenza di manomissioni quali cavità, vani di varia natura (scarichi e canne fumarie, ecc.);
- a migliorare le caratteristiche di murature particolarmente scadenti per tipo di apparecchiatura e/o di composto legante.

#### *Intervento di scuci e cucì*

L'intervento di *scuci e cucì* è finalizzato al ripristino della continuità muraria lungo le linee di fessurazione ed al risanamento di porzioni di muratura gravemente deteriorate. Si consiglia di utilizzare materiali simili a quelli originari per forma, dimensioni, rigidezza e resistenza, collegando i nuovi elementi alla muratura esistente con adeguate ammorsature nel piano del paramento murario e se possibile anche trasversalmente al paramento stesso, in modo da conseguire la massima omogeneità e monoliticità della parete riparata.

Tale intervento può essere utilizzato anche per la chiusura di nicchie, canne fumarie e per la riduzione dei vuoti, in particolare nel caso in cui la nicchia/apertura/cavità sia posizionata a ridosso di angolate o martelli murari.

#### *Iniezioni di miscele leganti*

L'adozione di *iniezioni di miscele leganti* mira al miglioramento delle caratteristiche meccaniche della muratura da consolidare. A tale tecnica, pertanto, non può essere affidato il compito di realizzare efficaci ammorsature tra i muri e quindi di migliorare, se applicata da sola, il comportamento d'insieme della costruzione. Tale intervento risulta inefficace se impiegato su tipologie murarie che per loro natura siano scarsamente iniettabili (scarsa presenza di vuoti e/o vuoti non collegati tra loro).

Particolare attenzione va posta nella scelta della pressione di immissione della miscela, per evitare l'insorgere di dilatazioni trasversali prodotte dalla miscela in pressione. Nel caso si reputi opportuno intervenire con iniezioni su murature incoerenti e caotiche, è necessario prendere provvedimenti atti a ridurre il rischio di sconnessione della compagine muraria e di dispersione della miscela. Particolare cura dovrà essere rivolta alla scelta della miscela da iniettare, curandone la compatibilità chimico-fisico-meccanica con la tipologia muraria oggetto dell'intervento.

#### *Placcaggio con intonaco armato*

Il placcaggio delle murature con intonaco armato può essere utile nel caso di murature gravemente danneggiate e incoerenti, sulle quali non sia possibile intervenire efficacemente con altre tecniche, o in porzioni limitate di muratura, pesantemente gravate da carichi verticali.

L'uso sistematico su intere pareti dell'edificio è sconsigliato, per il forte incremento di rigidezza e delle masse, oltre che per ragioni di natura conservativa e funzionale. Tale tecnica è efficace solo nel caso in cui l'intonaco armato venga realizzato su entrambi i paramenti e siano posti in opera i necessari collegamenti trasversali (barre iniettate).

Il placcaggio con tessuti o lamine in materiale fibrorinforzato può essere di norma utilizzato nel caso di murature regolari, in mattoni o blocchi. Tale intervento, più efficace se realizzato su entrambi i paramenti, da solo non garantisce un collegamento trasversale e quindi la sua efficacia deve essere accuratamente valutata per il singolo caso in oggetto.

#### *Interventi volti a rinforzare le pareti intorno alle aperture*

Occorre inserire architravi o cornici in acciaio o calcestruzzo di adeguata rigidezza e resistenza, curando il perfetto contatto o la messa in forza con la muratura esistente. Qualora si dovessero realizzare nuove aperture, occorre valutare l'opportunità di realizzare cerchiature delle aperture stesse, per esempio con elementi d'acciaio.

#### *Interventi alle scale*

Per tutti gli interventi riguardanti scale in muratura portante, si possono adottare lavori di rinforzo ma che comunque non ne alterino i caratteri architettonici e il loro valore tipologico e formale.

### *Interventi volti ad assicurare i collegamenti degli elementi non strutturali*

Occorre verificare i collegamenti dei più importanti elementi non strutturali (cornicioni, parapetti, camini), tenendo conto della possibile amplificazione delle accelerazioni lungo l'altezza dell'edificio.

### *Interventi in fondazione*

Le informazioni ricavabili dalla storia della costruzione devono essere tenute nel dovuto conto ai fini della scelta degli interventi sulle fondazioni. È possibile omettere interventi sulle strutture di fondazione, nonché le relative verifiche, qualora siano contemporaneamente presenti tutte le condizioni seguenti:

- a) nella costruzione non siano presenti importanti dissesti di qualsiasi natura attribuibili a cedimenti delle fondazioni e sia stato accertato che dissesti della stessa natura non si siano prodotti neppure in precedenza;
- b) gli interventi progettati non comportino sostanziali alterazioni dello schema strutturale del fabbricato;
- c) gli stessi interventi non comportino rilevanti modificazioni delle sollecitazioni trasmesse alle fondazioni;
- d) siano esclusi fenomeni di ribaltamento della costruzione per effetto delle azioni sismiche.

L'inadeguatezza delle fondazioni è raramente la causa del danneggiamento osservato nei rilevamenti post-sisma. Comunque, nel caso in cui la fondazione poggi su terreni dalle caratteristiche geomeccaniche inadeguate al trasferimento dei carichi, o di cedimenti fondali localizzati in atto si dovrà provvedere al consolidamento delle fondazioni, attuando uno dei seguenti tipi di intervento, o una loro combinazione opportuna, previo rilievo delle fondazioni esistenti.

Nelle situazioni in cui si ritiene possibile l'attivazione sismica di fenomeni d'instabilità del pendio, il problema deve essere affrontato agendo sul terreno e non semplicemente a livello delle strutture di fondazione.

### *Allargamento della fondazione mediante cordoli in c.a. o una platea armata*

L'intervento deve essere realizzato in modo tale da far collaborare adeguatamente le fondazioni esistenti con le nuove, curando in particolare la connessione fra nuova e vecchia fondazione al fine di ottenere un corpo monolitico atto a diffondere le tensioni in modo omogeneo. Deve essere realizzato un collegamento rigido (travi in c.a. armate e staffate, traversi in acciaio di idonea rigidezza, barre post-tese che garantiscono una trasmissione per attrito) in grado di trasferire parte dei carichi provenienti dalla sovrastruttura ai nuovi elementi. In presenza di

possibili cedimenti differenziali della fondazione è opportuno valutarne gli effetti sull'intero fabbricato, e decidere di conseguenza la necessaria estensione dell'intervento di allargamento.

### *Consolidamento dei terreni di fondazione*

Gli interventi di consolidamento dei terreni possono essere effettuati mediante iniezioni di miscele cementizie, resine (ad es. poliuretani che si espandono nel terreno), od altre sostanze chimiche.

### *Inserimento di sottofondazioni profonde (micropali, pali radice)*

L'esecuzione di questo tipo di intervento può essere effettuata in alternativa al precedente; nel caso di cedimenti che interessino singole porzioni di fabbricato, l'intervento può essere effettuato anche limitatamente alle porzioni interessate, purché omogenee dal punto di vista delle problematiche fondali.

Si dovrà in generale prevedere un'idonea struttura di collegamento tra micropali e muratura esistente (ad es. un cordolo armato rigidamente connesso alla muratura), a meno che i micropali stessi non siano trivellati attraverso la muratura, con una lunghezza di perforazione sufficiente a trasferire i carichi ai micropali per aderenza.

### *Realizzazione di giunti sismici*

È piuttosto frequente, soprattutto nei centri storici, che ci siano edifici in muratura adiacenti fra loro o anche strutturalmente connessi. La realizzazione di giunti può essere opportuna nei casi di strutture adiacenti con marcate differenze di altezza che possono martellare e quindi dar luogo a concentrazioni di danno in corrispondenza del punto di contatto con la sommità della struttura più bassa. In tali casi, peraltro, si può valutare la soluzione alternativa consistente nel realizzare il collegamento strutturale. In particolare il collegamento può essere realizzato a livello dei solai se:

- a) i solai sono approssimativamente complanari;
- b) il complesso risultante ha caratteristiche di simmetria e regolarità non peggiori di quelle delle due parti originarie.



## CAPO 16 – SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

### Art. 101. Norme generali di accettazione

I materiali e le forniture occorrenti per la costruzione delle opere oggetto del presente appalto dovranno essere approvvigionati dall'Impresa a sua totale cura e spese e a tempo debito, in modo da evitare interruzioni o ritardi nell'esecuzione dei lavori e da assicurare l'ultimazione delle opere nel termine stabilito.

Essi dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre dovranno corrispondere perfettamente alla specifica normativa del presente Capitolato o degli altri atti contrattuali.

L'Impresa sarà tenuta ad uniformarsi ad ogni modifica ed integrazione delle disposizioni vigenti in materia che si verificassero nel corso dell'appalto, senza alcun titolo per speciali compensi o aumento dei prezzi.

Salvo i casi esplicitamente indicati nel Capitolato, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purchè, ad insindacabile giudizio della D.L., ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

A richiesta della D.L., la provenienza dei materiali e delle forniture dovrà essere idoneamente documentata.

Per la fornitura di materiali ed apparecchiature particolari l'Impresa sarà tenuta a fornire tempestivamente (se del caso entro i termini fissati dalla D.L.) una adeguata campionatura completa che permetta una scelta sufficiente fra materiali aventi analoghe caratteristiche ed uguale rispondenza alle prescrizioni di Capitolato. La campionatura approvata, munita dei sigilli a firma della D.L. e dell'Impresa, sarà conservata a cura della D.L. medesima fino al termine delle operazioni di collaudo per il controllo della corrispondenza fra questa ed i materiali che saranno successivamente approvvigionati ed impiegati nei lavori.

Tutte le forniture in genere, prima di essere impiegate, dovranno essere approvate dalla D.L., pena la demolizione e la ricostruzione a totale carico dell'Impresa di tutte le opere non riconosciute corrispondenti alle condizioni contrattuali.

Qualsiasi provvista non accettata dalla D.L., in quanto non riconosciuta idonea all'impiego a suo insindacabile giudizio, dovrà essere immediatamente allontanata dal cantiere, a cura e spese dell'Impresa, e tempestivamente sostituita con altra rispondente ai requisiti richiesti.

L'accettazione in cantiere dei materiali e delle provviste in genere da parte della D.L. non pregiudica in alcun modo il diritto della D.L. stessa, in qualsiasi momento, anche dopo l'impiego e fino a collaudo avvenuto, di rifiutare materiali stessi e gli eventuali lavori eseguiti con essi, ove vengano riscontrati non corrispondenti alle condizioni contrattuali o ai campioni approvati.

In ogni caso l'Impresa resta sempre e comunque unica garante e responsabile della perfetta esecuzione dei lavori, anche per quanto può dipendere dai materiali impiegati, ancorchè accettati dalla D.L.

Lo standard di qualità previsto è:

- quadri di distribuzione : tipo Schneider Electric o equivalenti;
- apparecchi di comando, protezione e segnalazione : tipo Schneider Electric o equivalenti;
- contattori, selettori, pulsanti e spie : tipo Schneider Electric o equivalenti;
- scaricatori/limitatori di sovratensione: tipo Dhen o equivalenti;
- attivatori stabilizzati per bobine a lancio di corrente : tipo Punto Zero o equivalenti;
- apparecchiature di comando serie industriale: tipo Schneider Elettric o equivalenti;
- apparecchiature serie civile (interruttori, prese ecc.) : tipo bTicino o equivalenti;
- prese interbloccate CEE 17 : tipo Scame , Palazzoli o equivalenti;
- plafoniere fluorescenti industriali: tipo Zumtobel, Disano, Filippi o equivalenti;
- apparecchi illuminanti tubolari Atex per fosse : tipo Airfal o equivalenti;
- apparecchi illuminanti tubolari: tipo Westelettric o equivalenti;
- apparecchi illuminanti da esterno: tipo Disano o equivalenti;
- lampade di emergenza : tipo Beghelli o equivalenti;
- conduttori: tipo Prysmian o equivalenti;
- blindo luce: Schneider Electric o equivalenti;
- Blindo Trolley : Schneider Electric o equivalenti;
- canale metallico e canale asolato: tipo Gamma P o equivalenti;
- tubazioni di PVC rigide, flessibili, cavidotti ed accessori: tipo Dielectrix, Resinfor, In.Set o equivalenti;
- tubazioni ed accessori metallici zincati : tipo Cosmec, rt Gamma, Teaflex, o equivalenti;
- componenti per impianto di terra ed equipotenziale : tipo Carpaneto, Volta, o equivalenti;
- impianto allarme antintrusione: tipo Siemens, Bentel, Sicurit o equivalenti.

## **Art. 102. Osservanza delle leggi vigenti**

La realizzazione di tutti gli impianti, nel loro complesso, avverrà nel pieno rispetto delle leggi e normative tecniche vigenti la cui conoscenza e applicazione sarà data per nota ed accettata dalla Ditta esecutrice degli impianti medesimi, per i vari settori di specializzazione.

E' altresì chiaro che la Ditta realizzatrice sarà tenuta al rispetto ed alla applicazione di eventuali nuove normative o disposizioni di legge che dovessero essere emanate nel corso dei lavori e la cui applicazione sia espressamente richiesta per i lavori in essere, nonché alla realizzazione di eventuali modifiche o sistemazioni degli impianti realizzati sino alla piena loro collaudabilità da parte degli Enti preposti.

Oltre a quanto contenuto nella presente relazione dovranno essere rispettate tutte le Leggi, Norme e Regolamenti vigenti nel merito ed in particolare le norme riguardanti gli impianti emanate da VV.F., I.S.P.E.S.L., CEI, UNI, UNEL, con particolare riferimento alle seguenti Norme CEI :

- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-3 Guida per la compilazione della documentazione per DM 37/08;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13) Apparecchiature assiemate di protezione e 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 60439-2 (CEI 17-13/2): Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;

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 17-43 Metodo per la determinazione della sovratemperatura mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS);

CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

CEI 64-8/1/2/3/4/5/6/7 e successive varianti - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;

Guida CEI 31-35/A “Atmosfere esplosive. Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione alla Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87): esempi di applicazione;

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 11-27/1 Esecuzione dei lavori elettrici – Parte 1: requisiti minimi di formazione per lavori non sotto tensione su sistemi di Categoria 0, I, II e III e lavori sotto tensione su sistemi di Categoria 0 e I;

UNI EN 12464-1 Illuminazione dei posti di lavoro; Parte 1: posti di lavoro interni;

UNI EN 1838 Illuminazione di emergenza;

CEI-UNEL 35024/1 Portata dei cavi in rame in bassa tensione per cavi isolati con materiale elastomerico o termoplastico;

UNI 9795:2013 Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d’incendio – Progettazione, installazione ed esercizio;

ISO/IEC 11801:2011 (Ed. 2.2) Standard internazionale di cablaggio per telecomunicazioni;

Legge n.186 del 01/03/68 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;

Decreto 22 Gennaio 2008 n. 37 – Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici;

D.Lgs n.81 del 09/04/08 : Attuazione dell’art. 1 della Legge 3 Agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

## **Art. 103. Quadri elettrici B.T.**

Generalità

Tutti i quadri elettrici (AS e ANS), dovranno essere rispondenti alle Norme CEI 17-13/1.

Per quanto possibile tutte le apparecchiature installate nei quadri dovranno essere prodotte dalla stessa casa costruttrice.

Su ogni carpenteria dovranno essere indicati:

il nome del costruttore

riferimento a normative seguite per la costruzione

tipologia di quadro

n. di matricola

natura corrente nominale

frequenza, tensione nominale e di isolamento

tensione ausiliaria

corrente di c.to c.to max

condizioni di servizio e sistema di collegamento a terra

data commessa ed eventuale riferimento a schema elettrico

Alla consegna degli impianti l'Appaltatore dovrà corredare il quadro con una copia aggiornata degli schemi (posta in apposita tasca interna), sia dei circuiti principali che di quelli ausiliari.

Su tale copia dovranno comparire tutte le stesse indicazioni (sigle, marcature, etc.) che sono riportate sul quadro; dovrà inoltre essere consegnato alla Committenza il relativo verbale di verifica e di collaudo.

#### 104.1 QUADRI B.T. AD ARMADIO

Il quadro di BT dovrà essere progettato, assemblato e collaudato in totale rispetto delle seguenti normative:

- IEC 439.1 (CEI 17.13.1)

- IEC 529 (CEI 70.1)

riguardanti l'assemblaggio di quadri prefabbricati AS e ANS.

Si dovranno inoltre adempiere le richieste antinfortunistiche contenute nel DPR 547 del 1955e alla Legge 1/3/1968 n° 186. Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di autoestinguibilità a 960 °C (30/30s) in conformità alle norme IC 695.2.1 (C.E.I. 50.11).

I dati ambientali riferiti al locale chiuso ove dovrà essere inserito il quadro in oggetto sono:

Temperatura ambiente max +40 °C - min - 5 °C

Umidità relativa 95 % massima

Altitudine < 1000 metri s.l.m.

Caratteristiche elettriche e dimensionali:

Tensione nominale 690V

Tensione esercizio 400V

Numero delle fasi 3F + N

Livello nominale di isolamento tensione di prova a

frequenza industriale per un minuto a secco verso

terra e tra le fasi 2,5kV

Frequenza nominale 50/60Hz

Corrente nominale sbarre principali fino a 3200A

Corrente nominale sbarre di derivazione fino a 3200A

Corrente di c.to circuito simmetrico fino a 85kA

Durata nominale del corto circuito 1"

Grado di protezione sul fronte fino a IP55

Grado di protezione a porta aperta IP20

Accessibilità quadro Fronte o Retro

Forma di segregazione max 3

Il quadro dovrà essere composto da unità modulari aventi dimensioni di ingombro massime:

- larghezza : fino a 800 mm

- profondità : fino a 1095 mm

- altezza fino a 2006 mm

Il quadro deve essere realizzato con montanti in profilati di acciaio e pannelli di chiusura in lamiera ribordata avente una resistenza agli urti adeguata al luogo di installazione. Riferimento per questo valore dovrà essere l'indice IK definito nella norma CEI EN 50102, che non dovrà essere inferiore ad IK07 per i contenitori installati in ambienti ove non sussistano condizioni di rischio di shock, IK08 ove i rischi comportino eventuali danni agli apparecchi ed IK10 negli ambienti ove vi siano probabilità di urti importanti.

Il quadro deve essere chiuso su ogni lato con pannelli asportabili a mezzo di viti.

Il grado di protezione, in funzione del luogo di installazione, deve essere, come indicato nella norma CEI 64-8:

- ≤ IP30 per gli ambienti normali
- > IP30 per ambienti ad usi speciali (ove specificato)

In ogni caso, per evitare l'accesso agli organi di manovra di personale non qualificato, dovrà essere prevista una porta frontale dotata di serratura a chiave.

In caso di porte trasparenti, dovrà essere utilizzato cristallo di tipo temperato.

Le colonne del quadro saranno complete di golfari di sollevamento rimovibili una volta posato in cantiere.

Anche se prevista la possibilità di ispezione dal retro del quadro, tutti i componenti elettrici dovranno essere facilmente accessibili dal fronte mediante pannelli avvitati o incernierati.

Sul pannello anteriore dovranno essere previste feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando.

Tutte le apparecchiature dovranno essere fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno.

Gli strumenti e lampade di segnalazione dovranno essere montate sui pannelli frontali.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura dovrà essere contrassegnata da targhetta indicatrice che ne identifica il servizio.

Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla citata norma CEI 17-13/1).

Per quanto riguarda la struttura dovrà essere utilizzata viteria antiossidante con rondelle auto graffianti al momento dell'assemblaggio, per le piastre frontali sarà necessario assicurarsi che i sistemi di fissaggio comportino una adeguata asportazione del rivestimento isolante.

Per garantire un'efficace tenuta alla corrosione ed una buona tenuta della tinta nel tempo, la struttura ed i pannelli laterali dovranno essere opportunamente trattati e verniciati; ciò è ottenuto da un trattamento chimico per fosfatazione delle lamiere seguito da una protezione per cataforesi.

Le lamiere trattate dovranno essere inoltre verniciate con polvere termoidurente a base di resine epossidiche mescolate con resine poliesteri di colore RAL9001 liscio e semi lucido con spessore medio di 60 micron.

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 richiesti.

Le sbarre orizzontali dovranno essere in rame elettrolitico di sezione rettangolare piene, fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine in grado di ricevere un massimo di 2 sbarre per fase, disposte in modo da permettere eventuali modifiche future.

Potranno essere utilizzate sbarre di spessore 5 o 10mm, il numero e la sezione dovranno essere adeguati alla In richiesta.

Per i sistemi sbarre da 125A a 630 A, dovranno essere utilizzati sistemi sbarre compatti ed interamente isolati tipo Powerclip nel caso di posizionamento sul fondo, per installazione in canalina laterale potranno essere utilizzati sistemi tradizionali.

Le sbarre verticali da 630A a 1600A potranno essere in rame piatto di sezione adeguata o in alluminio a profilo continuo tipo Linergy predisposta per l'utilizzo di appositi accessori per il collegamento e fissata alla struttura tramite supporti isolati.

Oltre 1600A si dovranno seguire le stesse prescrizioni riguardanti le sbarre orizzontali.

Per ciò che riguarda l'interasse tra le fasi e la distanza tra i supporti sbarre, si dovrà fare riferimento ai valori indicati dal costruttore in base alle prove effettuate presso laboratori qualificati.

I collegamenti tra sistemi sbarre orizzontali e verticali dovranno essere realizzati mediante connettori standard forniti dal costruttore.

Le sbarre principali dovranno essere predisposte per essere suddivise, in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro, e consentire ampliamenti su entrambi i lati.

Nel caso di installazione di sbarre di piatto, queste ultime dovranno essere declassate del 20% rispetto alla loro portata nominale.

Per correnti fino a 100A gli interruttori dovranno essere alimentati direttamente dalle sbarre principali mediante cavo dimensionato in base alla corrente nominale dell'interruttore stesso.

Da 160 a 630A dovranno essere utilizzati collegamenti prefabbricati, forniti dal costruttore e dimensionati in base all'energia specifica limitata dall'interruttore alimentato.

Salvo specifiche esigenze gli interruttori scatolati affiancati verticalmente su un'unica piastra dovranno essere alimentati dalla parte superiore utilizzando specifici ripartitori prefabbricati che permettano, non solo il collegamento, ma anche la possibilità di aggiungere o sostituire apparecchi di adatte caratteristiche senza effettuare modifiche sostanziali all'unità funzionale interessata.

Tutti i cavi di potenza, superiori a 50 mmq, entranti o uscenti dal quadro non dovranno avere interposizione di morsettiere; si attesteranno direttamente ai morsetti degli interruttori che dovranno essere provvisti di appositi coprimorsetti. L'ammarraggio dei cavi dovrà avvenire su specifici accessori di fissaggio

Le sbarre dovranno essere identificate con opportuni contrassegni autoadesivi a seconda della fase di appartenenza così come le corde dovranno essere equipaggiate con anellini terminali colorati.

Tutti i conduttori di energia inferiori a 50mmq ed ausiliari, si dovranno attestare a delle morsettiere componibili su guida, con diaframmi dove necessario, che dovranno essere adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mmq.

Tutti i componenti elettrici ed elettronici dovranno essere contraddistinti da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Salvo diversa indicazione del progettista e/o richiesta nella specifica di progetto, dovrà essere previsto, uno spazio pari al 20% dell'ingombro totale che consente eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

Il conduttore di protezione dovrà essere in barra di rame dimensionata per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche dovute alle correnti di guasto.

Per un calcolo preciso della sezione adatta di dovrà fare riferimento al paragrafo 7.4.3.1.7 della già citata norma CEI 17-13/1.

I collegamenti ausiliari dovranno essere in conduttore flessibile con isolamento pari a 3KV con le seguenti sezioni minime:

- 4 mmq per i T.A., 2,5 mmq per i circuiti di comando, 1,5 mmq per i circuiti di segnalazione.

Ogni conduttore dovrà essere completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale.

Dovranno inoltre essere identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata - corrente continua - circuiti di allarme - circuiti di comando - circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.

I morsetti dovranno essere del tipo a vite per cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite.

I conduttori dovranno essere riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

Tali sistemi dovranno consentire un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati.

Non è ammesso il fissaggio con adesivi.

L'accesso alle condutture dovrà essere possibile anche dal fronte del quadro mediante l'asportazione delle lamiere di copertura delle apparecchiature.

Per le linee in Condotta Elettrificata o contenute in canalina dovranno essere previste delle piastre metalliche in due pezzi asportabili per evitare l'ingresso di corpi estranei.

In caso di cassette da parete con linee passanti dalla parte superiore o inferiore dovranno essere previste specifiche piastre passacavi in materiale isolante.

In ogni caso le linee si dovranno attestare alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione.

Le morsettiere non dovranno sostenere il peso dei cavi ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a dei specifici profilati di fissaggio.

Nel caso in cui le linee di uscita siano costituite da cavi di grossa sezione o da più cavi in parallelo, dovrà essere effettuato il collegamento diretto sui contatti degli interruttori in modo da evitare eventuali sollecitazioni meccaniche.

Per i collegamenti degli apparecchi all'interno della canalina laterale dovranno essere utilizzati appositi accessori prefabbricati, forniti dal costruttore.

Gli strumenti di misura potranno essere del tipo elettromagnetico analogico da incasso 72x72 mm, digitale a profilo modulare inseriti su guida, oppure del tipo Multimetri da incasso 96x96 mm con o senza porta di comunicazione.

Le prove di collaudo dovranno essere eseguite secondo le modalità della norma CEI 17.13.1.

Inoltre il fornitore dovrà fornire i certificati delle prove di tipo, previste dalla norma CEI 17.13.1 effettuate dal costruttore su prototipi del quadro.

Il cablaggio dei quadri dovrà essere eseguito a perfetta regola d'arte, rispettando la colorazione dei conduttori, distribuendo e bilanciando i carichi sulle diverse fasi del sistema, utilizzando conduttori FM9 Afumex 750 a bassissima emissione di fumi e gas tossici.

Le morsettiere dovranno essere opportunamente provviste di appropriate indicazioni e le barre di distribuzione dovranno essere dotate di schermo di protezione trasparente.

All'interno del quadro le morsettiere sia di potenza che di comando saranno alloggiate nella parte bassa, ad una distanza dal fondo non inferiore a 20 cm, e/o come indicato negli elaborati grafici di progetto.

Ogni conduttore dovrà avere ai suoi estremi capicorda preisolato a compressione e cilindretto di identificazione.

E' proibito far uscire sotto uno stesso morsetto di apparecchiatura più di due conduttori.

Sul fronte dei quadri dovranno essere poste targhette indicatrici pantografate, per ogni apparecchiatura, con le dizioni che dovranno essere concordate con la D.L

Il quadro (carpenteria ed apparecchiature cablate) nella sua interezza dovrà essere conforme a quanto previsto dalla Norma CEI 17-13 (CEI 23-51) e CEI 17-43 ed essere consegnato alla Committenza provvisto di verbale di verifica termica e certificato di collaudo.

#### 104.2 QUADRO BT A CASSETTA E/O MINI-ARMADIO

Il quadro di BT a cassetta e/o mini-armadio dovrà essere progettato, assemblato e collaudato in totale rispetto delle seguenti normative:

- IEC 439.1 (CEI 17.13.1)

- CEI 23-51

- IEC 529 (CEI 70.1)

riguardanti l'assieme di quadri prefabbricati AS e ANS.

Si dovranno inoltre adempiere le richieste antinfortunistiche contenute nel DPR 547 del 1955e alla legge 1/3/1968 n° 186. Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di autoestinguibilità a 960 °C (30/30s) in conformità alle norme IC 695.2.1 (C.E.I. 50.11).

Ogni quadro dovrà essere completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

- lamiere di chiusura laterali;

- attacchi per collegamento cavi di potenza compresi; cavi e terminali esclusi;

- morsetteria per collegamento cavi ausiliari esterni compresa; cavi e capicorda esclusi.

I dati ambientali riferiti al locale chiuso ove dovrà essere inserito il quadro in oggetto sono:

Temperatura ambiente max +40 °C - min - 5 °C

Umidità relativa 95 % massima

Altitudine < 1000 metri s.l.m.

Caratteristiche elettriche e dimensionali

Tensione nominale 1000V

Tensione esercizio 1000V

Numero delle fasi 3F + N

Livello nominale di isolamento tensione

di prova a frequenza industriale per un

minuto a secco verso terra e tra le fasi 2,5kV

Frequenza nominale 50/60Hz

Corrente nominale sbarre principali fino a 630A

Corrente nominale sbarre di derivazione fino a 630A

Corrente di c.to circuito simmetrico fino a 25kA

Durata nominale del corto circuito 1"

Grado di protezione sul fronte IP4X G e GX. IP55 GK

Grado di protezione a porta aperta IP20

Accessibilità quadro Fronte o laterale

Forma di segregazione max 2

Il quadro dovrà essere composto da unità modulari aventi dimensioni di ingombro massime:

- larghezza : fino a 925 mm

- profondità : fino a 250 mm

- altezza fino a 1850 mm

Carpenteria, cablaggio e collegamenti

Il quadro dovrà essere realizzato con montanti in profilati di acciaio e pannelli di chiusura in lamiera ribordata di spessore non inferiore a 10/10; dovrà essere chiuso su ogni lato nella versione IP4X e con pannelli asportabili a mezzo di viti nella versione IP55. Le porte anteriori dovranno essere corredate di chiusura a chiave, il rivestimento frontale dovrà essere costituito da cristallo di tipo temprato.

Le colonne del quadro dovranno essere complete di staffe di fissaggio a muro.

Anche se prevista la possibilità di ispezione dal retro del quadro, tutti i componenti elettrici dovranno essere facilmente accessibili dal fronte mediante pannelli avvitati o incernierati.

Sul pannello anteriore dovranno essere previste feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando.

Tutte le apparecchiature dovranno essere fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno.

Gli strumenti e lampade di segnalazione dovranno essere montate sui pannelli frontali.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura dovrà essere contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio.

Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla citata norma CEI 17.13/1).

Per quanto riguarda la struttura dovrà essere utilizzata viteria antiossidante con rondelle auto graffianti al momento dell'assemblaggio, per le piastre frontali sarà necessario assicurarsi che i sistemi di fissaggio comportino una adeguata asportazione del rivestimento isolante.

Per garantire un'efficace resistenza alla corrosione, la struttura e i pannelli dovranno essere opportunamente trattati e verniciati.

Il trattamento di fondo dovrà prevedere il lavaggio, il decapaggio, la fosfatizzazione e l'elettrozincatura delle lamiere.

Le lamiere trattate dovranno essere verniciate con polvere termoindurente a base di resine epossidiche mescolate con resine poliesteri colore a finire RAL1019 e/o RAL9001 liscio e semi lucido con spessore minimo di 70 micron.

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 richiesti.

Le sbarre orizzontali e/o verticali dovranno essere in rame elettrolitico di sezione rettangolare forate su tutta la lunghezza; dovranno essere fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine in grado di ricevere un massimo di 4 sbarre per fase e dovranno essere disposte in modo da permettere eventuali modifiche future.

L'interasse tra le fasi e la distanza tra i supporti sbarre dovranno essere regolamentate dalla Ditta Costruttrice in base alle prove effettuate presso laboratori qualificati.

I collegamenti tra sistemi sbarre orizzontali e verticali dovranno essere realizzati mediante connettori standard forniti dalla Ditta Costruttrice.

Le sbarre principali dovranno essere disposte per essere suddivise, in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro e dovranno consentire ampliamenti su entrambi i lati.

Nel caso di installazione di sbarre di piatto, queste ultime dovranno essere declassate del 20% rispetto alla loro portata nominale.

Per correnti fino a 100A gli interruttori dovranno essere alimentati direttamente dalle sbarre principali mediante cavo dimensionato in base alla corrente nominale dell'interruttore stesso.

Da 160 a 630A dovranno essere utilizzati collegamenti prefabbricati, forniti dalla Ditta Costruttrice, dimensionati in base all'energia specifica limitata dall'interruttore alimentato.

Salvo specifiche esigenze, gli interruttori scatolati affiancati verticalmente su un'unica piastra dovranno essere alimentati dalla parte superiore utilizzando specifici ripartitori prefabbricati forniti dal Costruttore che permettano, non solo il collegamento, ma anche la possibilità di aggiungere o sostituire apparecchi di adatte caratteristiche senza effettuare modifiche sostanziali all'unità funzionale interessata.

Tutti i cavi di potenza, superiori a 50 mmq, entranti o uscenti dal quadro non dovranno avere interposizione di morsettiere; si dovranno attestare direttamente ai morsetti degli interruttori che dovranno essere provvisti di appositi coprimorsetti. L'ammarraggio dei cavi dovrà avvenire su specifici accessori di fissaggio.

Le sbarre dovranno essere identificate con opportuni contrassegni autoadesivi a seconda della fase di appartenenza così come le corde saranno equipaggiate con anellini terminali colorati.

Tutti i conduttori sia ausiliari che di energia si dovranno attestare a delle morsettiere componibili su guida, con diaframmi dove necessario, che dovranno essere adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mmq.

Dovrà essere garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che dovranno essere pertanto concentrate sul fronte dello scomparto.

All'interno dovrà essere possibile una agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione.

Le distanze e dispositivi e le eventuali separazioni metalliche dovranno impedire che interruzioni di elevate correnti di corto circuito o avarie notevoli possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti.

Dovranno essere in ogni caso garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti dalla Ditta Costruttrice.

Tutti i componenti elettrici ed elettronici dovranno essere contraddistinti da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Salvo diversa indicazione del progettista e/o richiesta nella specifica di progetto, dovrà essere previsto uno spazio pari al 20 % dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

Il conduttore di protezione dovrà essere in barra di rame dimensionata per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche dovute alle correnti di guasto.

Per un calcolo preciso della sezione adatta è necessario fare riferimento al paragrafo 7.4.3.1.7 della già citata norma CEI 17-13/1.

I collegamenti ausiliari dovranno essere in conduttore flessibile con isolamento pari a 3KV con le seguenti sezioni minime:

- 4 mmq per i T.A., 2,5 mmq per i circuiti di comando, 1,5 mmq per i circuiti di segnalazione e TV.

Ogni conduttore dovrà essere completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale.

Dovranno essere identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata - corrente continua - circuiti di allarme - circuiti di comando - circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.

I morsetti dovranno essere del tipo a vite per cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite.

I conduttori dovranno essere riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

Tali sistemi dovranno consentire un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati.

Non è ammesso il fissaggio con adesivi.

La circolazione dei cavi di potenza e/o ausiliari dovrà avvenire all'interno di apposite canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

L'accesso alle condutture dovrà essere possibile anche dal fronte del quadro mediante l'asportazione delle lamiere di copertura delle apparecchiature.

Per le linee contenute in canalina dovranno essere previste delle piastre metalliche in due pezzi asportabili per evitare l'ingresso di corpi estranei.

In caso di cassette da parete con linee passanti dalla parte superiore o inferiore dovranno essere previste specifiche piastre passacavi in materiale isolante.

In ogni caso le linee si dovranno attestare alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione.

Le morsettiere non dovranno sostenere il peso dei cavi ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a dei specifici profilati di fissaggio.

Nel caso in cui le linee di uscita siano costituite da cavi di grossa sezione o da più cavi in parallelo, è sconsigliabile il collegamento diretto sui contatti degli interruttori in modo da evitare eventuali sollecitazioni meccaniche.

Per i collegamenti degli apparecchi all'interno della canalina laterale dovranno essere utilizzati appositi accessori , prefabbricati della Ditta Costruttrice.

Gli strumenti di misura potranno essere del tipo elettromagnetico analogico da incasso 72 x 72 mm, digitale a profilo modulare inseriti su guida, oppure del tipo Multimetri da incasso 96 x 96 mm con o senza porta di comunicazione.

Le prove di collaudo dovranno essere eseguite secondo le modalità della norma CEI 17.13.1.

Inoltre il fornitore dovrà fornire i certificati delle prove di tipo, previste dalla norma CEI 17.13.1 effettuate dalla Ditta Costruttrice su prototipi del quadro.

Il quadro (carpenteria ed apparecchiature cablate) nella sua interezza dovrà essere conforme a quanto previsto dalla Norma CEI 17-13 (CEI 23-51) e CEI 17-43 ed essere consegnato alla Committenza provvisto di verbale di verifica termica e certificato di collaudo.

#### 104.3 QUADRO BT A CASSETTA IN POLIESTERE

Il quadro dovrà essere completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici: cassetta monoblocco in DOPPIO ISOLAMENTO;



attacchi per collegamento cavi di potenza;  
morsettiera per collegamento cavi ausiliari esterni.

Dovrà essere progettato, assemblato e collaudato in totale rispetto delle seguenti normative:

IEC 439.1 (CEI 17.13.1)

CEI 23-51

IEC 529 (CEI 70.1)

CEI EN50102

riguardanti l'assemblaggio di quadri prefabbricati AS e ANS.

Si dovranno inoltre adempiere le richieste antinfortunistiche contenute nel DPR 547/55e nella Legge 1/3/1968 n°186. Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di autoestinguibilità a 960 °C (30/30s) in conformità alle norme IC 695.2.1 (C.E.I. 50.11).

Il quadro dovrà essere inoltre conforme alle omologazioni GL, IMQ, LR, UL e certificazione BV.

I dati ambientali riferiti al locale ove dovrà essere inserito il quadro in oggetto sono:

Temperatura massima di impiego max +130 °C - min - 50 °C

Altitudine < 1000 metri s.l.m.

Caratteristiche elettriche e dimensionali

Tensione nominale 690V

Tensione esercizio 690V

Numero delle fasi 3F + N

Livello nominale di isolamento tensione di prova a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi 2,5kV

Frequenza nominale 50/60Hz

Grado di protezione IP66

Accessibilità quadro Fronte

Il quadro dovrà essere composto da unità modulari aventi dimensioni di ingombro massime:

- larghezza : fino a 850 mm
- profondità : fino a 350 mm
- altezza fino a 1055 mm

Carpenteria, cablaggio e collegamenti

Il quadro dovrà essere realizzato con una struttura monoblocco autoestinguente, con corpo in poliestere rinforzato con fibre di vetro pressato a caldo, finitura liscia; dovrà essere chiuso su ogni lato.

Le porte anteriori dovranno essere corredate di chiusura a chiave, il rivestimento frontale dovrà essere costituito da cristallo di tipo temprato. Il dispositivo di chiusura delle porte dovrà essere al di fuori della zona protetta, in grado di garantire nel tempo una tenuta stagna IP66.

Il perno cerniera dovrà essere in acciaio inox, smontabile ed imperdibile e l'angolo di apertura della porta dovrà essere a 180°.

Il tetto e le barre dovranno risultare integrati nella struttura, sia sul lato superiore che inferiore, per una migliore protezione contro gli spruzzi di acqua.

Il quadro dovrà essere completo di staffe di fissaggio a muro, anch'esse in materiale isolante al fine di non perdere il doppio isolamento del componente. Dovrà essere inoltre possibile il fissaggio diretto a parete mediante dadi sul fondo munito di cappucci di protezione a doppio isolamento ed a tenuta stagna.

Sul pannello anteriore si dovranno prevedere feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando.

Tutte le apparecchiature dovranno essere fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno.

Gli strumenti e le lampade di segnalazione dovranno essere montate sui pannelli frontali.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura dovrà essere contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio.

Il quadro dovrà essere di colore grigio RAL .

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 richiesti.

Le sbarre orizzontali e/o verticali dovranno essere in rame elettrolitico di sezione rettangolare forate su tutta la lunghezza; dovranno essere fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine in grado di ricevere un massimo di 4 sbarre per fase e dovranno essere disposte in modo da permettere eventuali modifiche future.

L'interasse tra le fasi e la distanza tra i supporti sbarre dovranno essere regolamentate dalla Ditta costruttrice in base alle prove effettuate presso laboratori qualificati.

Le sbarre principali dovranno essere predisposte per essere suddivise, in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro, e consentire ampliamenti su entrambi i lati.

Nel caso di installazione con sbarre di piatto, queste ultime dovranno essere declassate del 20% rispetto alla loro portata nominale.

Gli interruttori dovranno essere alimentati direttamente dalle sbarre principali mediante cavo dimensionato in base alla corrente nominale dell'interruttore stesso.

Tutti i cavi di potenza, superiori a 50 mmq, entranti o uscenti dal quadro non dovranno avere interposizione di morsettiere; si dovranno attestare direttamente ai morsetti degli interruttori che dovranno essere provvisti di appositi coprimorsetti. L'ammarraggio dei cavi dovrà avvenire su specifici accessori di fissaggio

Le sbarre dovranno essere identificate con opportuni contrassegni autoadesivi a seconda della fase di appartenenza così come le corde dovranno essere equipaggiate con anellini terminali colorati.

Tutti i conduttori sia elettrici che ausiliari si dovranno attestare a delle morsettiere componibili su guida, con diaframmi dove necessario, che dovranno essere adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mmq.

Dovrà essere garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che dovranno essere pertanto concentrate sul fronte dello scomparto.

All'interno dovrà essere possibile una agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione.

Le distanze e dispositivi e le eventuali separazioni metalliche dovranno impedire che interruzioni di elevate correnti di corto circuito o avarie notevoli possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti.

Dovranno essere, in ogni caso, garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti da ditta costruttrice.

Tutti i componenti elettrici ed elettronici dovranno essere contraddistinti da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Salvo diversa indicazione del progettista e/o richiesta nella specifica di progetto, dovrà essere previsto, uno spazio pari al 20 % dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

Il conduttore di protezione dovrà essere in barra di rame dimensionata per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche dovute alle correnti di guasto.

Per un calcolo preciso della sezione adatta è necessario fare riferimento al paragrafo 7.4.3.1.7 della già citata norma CEI 17-13/1.

I collegamenti ausiliari dovranno essere in conduttore flessibile con isolamento pari a 3KV con le seguenti sezioni minime:

4 mmq per i T.A., 2,5 mmq per i circuiti di comando, 1,5 mmq per i circuiti di segnalazione e TV.

Ogni conduttore dovrà essere completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale.

Dovranno essere identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata - corrente continua - circuiti di allarme - circuiti di comando - circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

Saranno consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.

I morsetti dovranno essere del tipo a vite per cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite.

I conduttori dovranno essere riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

Tali sistemi dovranno consentire un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati.

Non è ammesso il fissaggio con adesivi.

La circolazione dei cavi di potenza e/o ausiliari dovrà avvenire all'interno di apposite canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

L'accesso alle condutture dovrà essere possibile anche dal fronte del quadro mediante l'asportazione delle lamiere di copertura delle apparecchiature.

In ogni caso le linee si dovranno attestare alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione.

Le morsettiere non dovranno sostenere il peso dei cavi ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a degli specifici profilati di fissaggio.

Nel caso in cui le linee di uscita siano costituite da cavi di grossa sezione o da più cavi in parallelo, è sconsigliabile il collegamento diretto sui contatti degli interruttori in modo da evitare eventuali sollecitazioni meccaniche.

Gli strumenti di misura potranno essere del tipo elettromagnetico analogico da incasso 72x72 mm, digitale a profilo modulare inseriti su guida oppure del tipo Multimetri da incasso 96x 96 mm con o senza porta di comunicazione.

Le prove di collaudo dovranno essere eseguite secondo le modalità della norma CEI 17.13.1.

Inoltre il fornitore dovrà fornire i certificati delle prove di tipo, previste dalla norma CEI 17.13.1 effettuate dalla Ditta Costruttrice su prototipi del quadro.

Il quadro (carpenteria ed apparecchiature cablate) nella sua interezza dovrà essere conforme a quanto previsto dalla Norma CEI 17-13 (CEI 23-51) e CEI 17-43 ed essere consegnato alla Committenza provvisto di verbale di verifica termica e certificato di collaudo.

#### 104.4 CENTRALINI DI DISTRIBUZIONE

I centralini di distribuzione dovranno rispondere alle seguenti normative:

- CEI 23-48

- CEI 23-49

Dovranno essere rispettati inoltre i requisiti di isolamento completo secondo la norma CEI EN 60439-1 e CEI 64-8.

I dati ambientali riferiti al luogo di installazione ove dovrà essere inserito il quadro in oggetto sono:

Temperatura ambiente max +60 °C - min - 5 °C

Umidità relativa 45 / 55 % massima

Altitudine < 1000 metri s.l.m.

Caratteristiche elettriche

Tensione nominale 690V

Tensione esercizio max 400V

Livello nominale di isolamento tensione di prova a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi 2kV

Frequenza nominale 50/60Hz

Grado di protezione IP40/65

Grado di protezione a portella aperta IP20

Caratteristiche costruttive

I centralini di distribuzione dovranno essere costruiti utilizzando tecnopolimeri di alta qualità che garantiscono:

- resistenza agli agenti chimici ed atmosferici

- buona resistenza meccanica agli urti anche alle basse temperature

- resistenza al fuoco e al calore anormale secondo la norma IEC 695-2-1 e CEI 50-11

- idoneità a 650°C al glow-wire test

- grado di protezione: fino a IP65 secondo la norma CEI EN 60529

Versione da incasso

Il telaio estraibile dovrà consentire a questo tipo di centralini di procedere alla muratura della sola scatola di incasso, provvedendo successivamente alla fase di cablaggio. Ulteriore vantaggio è quello di effettuare il cablaggio all'esterno del centralino, in totale comodità.

L'accesso alle apparecchiature dovrà essere garantito dall'apertura della porta a 180°.

A seconda delle necessità dovrà essere possibile montare la porta con apertura verso destra o verso sinistra

Versione da parete

Il fissaggio del centralino a parete dovrà essere realizzato utilizzando i vari punti realizzati sulla scatola di fondo: il punto di fissaggio centrale dovrà essere asolato per permettere la messa a piombo del centralino.

La presenza di tappi di chiusura coprivite dovrà garantire il rispetto del doppio isolamento e del grado di protezione.

La portella di accesso alle apparecchiature modulari dovrà essere dotata di serratura a chiave

Accessori di cablaggio

Per facilitare il cablaggio dei centralini di distribuzione dovranno essere disponibili morsettiere complete di supporto con grado di protezione IP2X per la connessione dei conduttori di terra e di neutro.

Collaudo

Il quadro (carpenteria ed apparecchiature cablate) nella sua interezza dovrà essere conforme a quanto previsto dalla Norma CEI 17-13 (CEI 23-51) e CEI 17-43 ed essere consegnato alla Committenza provvisto di verbale di verifica e collaudo.

#### **Art. 104 .Interruttori B.T. scatolati da 100÷630A**

Gli interruttori devono essere conformi alle seguenti normative:

- IEC 947.1

- IEC 947.2

- Norme corrispondenti in vigore nei paesi membri (CEI; VDE; BS; NF; ...).

Gli interruttori scatolati dovranno essere forniti nelle seguenti taglie di corrente normalizzate (100A – 160A – 250A – 400A – 630A), categoria A con potere d'interruzione di servizio  $I_{cs}=100\%I_{cu}$  :

per tutte le tensioni fino a 250 A;

fino a 500 V per i calibri superiori e avranno una tensione nominale di impiego ( $U_e$ ) di 690V CA (50/60Hz) ed una tensione nominale di isolamento ( $U_i$ ) di 750 V CA (50/60 Hz).

Tutti gli apparecchi, dovranno essere adatti alla funzione di sezionamento secondo la Norma IEC 947.2 § 7.27 e dovranno riportare sul fronte una targhetta indicativa che ne precisi l'attitudine.

Dovranno essere disponibili nelle versioni tripolare e tetrapolare in esecuzione fissa, estraibile o sezionabile su telaio con attacchi anteriori o posteriori; nel caso di esecuzione estraibile o sezionabile su telaio, dovranno essere dotati di un dispositivo di presgancio che impedisca l'inserimento o l'estrazione ad apparecchio chiuso.

Dovrà inoltre essere possibile l'installazione in posizione verticale, orizzontale o coricata senza riduzione delle prestazioni oltre ad essere alimentati sia da monte che da valle.

Tutti gli interruttori dovranno garantire un isolamento in classe II (secondo IEC 664) tra la parte frontale ed i circuiti interni di potenza.

Essi dovranno garantire una durata elettrica almeno uguale a 3 volte il minimo richiesto dalle Norme IEC 947-2.

Allo scopo di garantire la massima sicurezza, i contatti di potenza dovranno essere isolati dalle altre funzioni come il meccanismo di comando, la scatola isolante, lo sganciatore e gli ausiliari elettrici, mediante un involucro in materiale termoindurente.

Il meccanismo di comando degli interruttori scatolati dovrà essere del tipo a chiusura e apertura rapida con sgancio libero della leva di manovra; tutti i poli dovranno muoversi simultaneamente in caso di chiusura, apertura e sgancio.

Gli interruttori scatolati dovranno essere azionati da una leva di manovra indicante chiaramente le tre posizioni ON (I), OFF (O) e TRIPPED (sganciato).

Per assicurare il sezionamento visualizzato secondo la norma IEC 947-2 § 7-27:

- Il meccanismo dovrà essere concepito in modo che la leva di manovra sia in posizione (O) solo se i contatti di potenza sono effettivamente separati;

- In posizione (O) la leva dovrà indicare la posizione di sezionato dell'interruttore; il sezionamento dovrà essere ulteriormente garantito da una doppia interruzione dei contatti di potenza.

Dovranno essere equipaggiati di un pulsante di test "push to trip" sul fronte, per la verifica del corretto funzionamento del meccanismo di comando e dell'apertura dei poli; dovrà inoltre ricevere un dispositivo di blocco in posizione di sezionato con possibilità di montare un numero massimo di tre lucchetti.

Il calibro dello sganciatore, il "push to trip", l'identificazione della partenza, la posizione dei contatti principali data dall'organo di comando dovranno essere chiaramente visibili e accessibili dal fronte tramite la piastra frontale o la portella del quadro.

Gli interruttori equipaggiati con relè differenziale, potranno essere realizzati con l'aggiunta di un Dispositivo Differenziale a corrente Residua (DDR) tipo Vig-Compact direttamente sulla scatola di base senza il complemento di sganciatori ausiliari; questi interruttori differenziali dovranno essere:

- conformi alla norma IEC 947-2, appendice B;

- immuni agli sganci intempestivi secondo le raccomandazioni IEC 255 e IEC 801-2/3/4/5;

- adatti al funzionamento fino a -25° C secondo VDE0664.

Questi ultimi saranno di classe A secondo IEC755; l'alimentazione sarà trifase, a tensione propria con un campo di tensioni da 200 a 525 V CA; dovranno essere in grado di poter sganciare l'interruttore anche in caso di abbassamento della tensione di alimentazione fino a 50 V CA.

Gli interruttori scatolati dovranno essere equipaggiati di sganciatori intercambiabili integrati nel volume dell'apparecchio. Da 100 a 250A dovrà essere possibile scegliere tra una protezione magnetotermica tipo TMD e una elettronica tipo STR, per taglie superiori a 250A lo sganciatore dovrà essere solo elettronico.

Gli sganciatori elettronici dovranno essere conformi all'allegato F della Norma IEC 947-2 (rilevamento del valore efficace della corrente di guasto, compatibilità elettromagnetica) e tutti i componenti elettronici dovranno resistere, senza danneggiarsi, fino alla temperatura di 125° C.

Gli sganciatori magnetotermici ed elettronici dovranno essere regolabili, con accesso alla regolazione piombabile.

La regolazione delle protezioni dovrà avvenire simultaneamente ed automaticamente su tutti i poli.

Le caratteristiche principali degli sganciatori magnetotermici TMD fino a 250A dovranno essere le seguenti:

- termico regolabile da 80 a 100% della corrente nominale dello sganciatore;
- magnetico regolabile da 5 a 10 volte la corrente nominale (per  $I_n > 200A$ );
- la protezione del neutro potrà essere effettuata sia con valore uguale, sia con valore pari alla metà della protezione di fase (per  $I_n > 80A$ ).

Gli sganciatori elettronici dovranno essere regolabili, con accesso alla regolazione piombabile.

La regolazione delle protezioni dovrà avvenire simultaneamente ed automaticamente su tutti i poli.

Le caratteristiche principali degli sganciatori elettronici STR dovranno essere le seguenti:

- Protezione lungo ritardo (LR):
- Ir regolabile con 48 gradini dal 40 al 100% della corrente nominale dello sganciatore elettronico;
- Protezione corto ritardo (CR):
- Im regolabile da 2 a 10 volte la corrente di regolazione termica (Ir);
- temporizzazione fissa a 40 ms;
- Protezione istantanea (IST):
- soglia fissa a 11  $I_n$ .

Gli apparecchi tetrapolari dovranno consentire la scelta del tipo di protezione del neutro mediante un commutatore a 3 posizioni: neutro non protetto - neutro metà - neutro uguale alla fase.

Gli sganciatori elettronici STR dovranno inoltre essere dotati delle seguenti funzioni di controllo integrate :

- LED di segnalazione del carico a 2 soglie: 90% di Ir con LED acceso fisso e 105% di Ir con LED lampeggiante;
- Presa di test per consentire la verifica funzionale dell'elettronica e del meccanismo di sgancio per mezzo di un dispositivo esterno.

Le caratteristiche principali degli sganciatori elettronici universali STR da 400 a 630A dovranno essere le seguenti:

- Protezione lungo ritardo (LR):
- Ir regolabile con 32 gradini da 40 al 100% della corrente nominale dello sganciatore elettronico;
- temporizzazione regolabile a 5 gradini: 15 - 30 - 60 - 120 - 240s;

La corrente di sicuro funzionamento entro 2h sarà di  $1.2I_r$  e la corrente di non funzionamento entro lo stesso tempo di  $1.05I_r$ ;

- Protezione corto ritardo (CR):
- Im regolabile da 1,5 a 10 volte la corrente di regolazione termica (Ir);
- temporizzazione regolabile a 4 gradini con funzione I2t ON o OFF;
- caratteristica a tempo inverso (I2t) al fine di aumentare la selettività; quest'ultima funzione potrà essere inibita.
- Protezione istantanea (IST):
- regolabile da 1,5 a 11  $I_n$ .

Gli apparecchi tetrapolari dovranno consentire la scelta del tipo di protezione del neutro mediante un commutatore a 3 posizioni: neutro non protetto - neutro metà - neutro uguale alla fase, che dovrà poter essere messo sotto copertura piombabile.

Lo sganciatore elettronico ottimizzerà la protezione dei cavi e dell'impianto, memorizzando la variazione di temperatura subita dalle condutture in caso di sovraccarichi ripetuti.

Gli sganciatori elettronici STR dovranno essere inoltre dotati delle seguenti funzioni di controllo integrate:

- LED di segnalazione del carico a 4 soglie: 60 - 75 - 90% di Ir con LED acceso e 105% con LED lampeggiante;
- presa di test: consente la verifica funzionale dell'elettronica e del meccanismo di sgancio per mezzo di un dispositivo esterno.

### **Art. 105. Interruttori B.T. modulari**

Gli interruttori devono essere conformi alle seguenti normative:

- CEI EN 60898 norma per apparecchi domestici
- CEI EN 61009 norma per apparecchi domestici
- CEI EN 60947.1/2 norma per apparecchi industriali
- Marchio di qualità IMQ per interruttori magnetotermici con  $I_n$  fino a 40 A e per interruttori magnetotermici differenziali con  $I_n$  fino a 40 A e  $I_{\Delta n}$  = 30, 300, 500 mA.
- Tropicalizzazione apparecchi: esecuzione T2 secondo norma IEC 68-2-30 (umidità relativa 95% a 55°C).

La tensione nominale di funzionamento è fino a 500 Vca e 250 Vcc con potere di interruzione fino a 50 kA (415 Vca), mentre la tensione nominale di tenuta ad impulso (onda di prova 1,2/50μs) è fino a 8 kV.

Caratteristiche d'intervento :

- curva B intervento magnetico  $3,2 \div 4,8 I_n$  con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a  $I_{nf} = 1,05 I_n - I_f = 1,3 I_n$
- curva C intervento magnetico  $7 \div 10 I_n$  con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a  $I_{nf} = 1,05 I_n - I_f = 1,3 I_n$
- curva D intervento magnetico  $10 \div 14 I_n$  con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a  $I_{nf} = 1,05 I_n - I_f = 1,3 I_n$
- curva Z intervento magnetico  $2,4 \div 3,6 I_n$  con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a  $I_{nf} = 1,05 I_n - I_f = 1,3 I_n$
- curva K intervento magnetico  $10 \div 14 I_n$  con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a  $I_{nf} = 1,05 I_n - I_f = 1,3 I_n$
- curva MA intervento magnetico  $12 I_n$  (solo magnetico)

Dovranno essere dotati di chiusura rapida con manovra indipendente e le singole fasi degli interruttori multipolari separate tra loro attraverso un diaframma isolante.

La protezione differenziale potrà essere realizzata per accoppiamento di un blocco associabile.

Correnti nominali d'intervento differenziale :

- tipo istantaneo  $I_{\Delta n}$  : 0,03 – 0,3 – 0,5A
- tipo selettivo  $I_{\Delta n}$  : 0,3 – 1A
- tipo I/S  $I_{\Delta n}$  regolabile sui valori: 0,3 – 0,5 – 1A
- tipo I/S/R  $I_{\Delta n}$  regolabile sui valori: 0,3 – 0,5 – 1 – 3A.

Tutti i blocchi differenziali associabili dovranno essere protetti contro gli interventi intempestivi (onda di corrente di prova 8/20 $\mu$ s). I dispositivi differenziali di tipo "si" dovranno essere caratterizzati da una protezione aggiuntiva contro gli interventi intempestivi causati da presenza di armoniche, sovratensioni di origine atmosferica e sovratensioni di manovra, che permette loro di raggiungere livelli di tenuta alle correnti impulsive (onda di corrente di prova 8/20  $\mu$ s) pari a 3kA per le versioni istantanee e 5kA per le versioni selettive.

Sensibilità alla forma d'onda :

- classe AC per correnti di guasto alternate;
- classe A per correnti di guasto alternate, pulsanti unidirezionali e/o componenti continue.
- classe A tipo "si" per correnti di guasto alternate, pulsanti unidirezionali e/o componenti continue.

Gli interruttori (scatolati DIN tipo NG125) dovranno essere dotati di visualizzazione meccanica dell'intervento automatico segnalato dalla posizione della leva di manovra, mentre l'intervento per differenziale dovrà essere visualizzato sul fronte del blocco associato.

Gli interruttori modulari dovranno avere un aggancio bistabile adatto al montaggio su guida simmetrica DIN o a doppio profilo tipo Multifix.

I morsetti dovranno essere dotati di dispositivo di sicurezza, atto ad evitare l'introduzione di cavi a serraggio eseguito.

Per correnti nominali fino a 63 A dovrà essere possibile collegare cavi di sezione fino a 50 mm<sup>2</sup>; per correnti superiori cavi di sezione fino a 70 mm<sup>2</sup>.

La dimensione dei poli degli interruttori automatici magnetotermici dovrà essere uniformata a due taglie:

1 modulo da 18 mm fino a  $I_n = 63$  A e 1 modulo da 27 mm fino a  $I_n = 125$  A.

Dovrà essere possibili alimentare gli interruttori anche da valle senza alterazione delle caratteristiche elettriche.

Gli interruttori dovranno essere predisposti per essere dotati dei seguenti ausiliari elettrici:

- contatti ausiliari;
- contatti di segnalazione di intervento su guasto;
- ausiliario bi-funzione commutabile;
- sganciatori a lancio di corrente integranti un contatto ausiliario;
- sganciatori d'emergenza;
- sganciatori di minima tensione;
- sganciatore di minima tensione temporizzato.

L'accoppiamento meccanico degli ausiliari elettrici dovrà avvenire senza l'uso di utensili.

Gli interruttori potranno essere comandati mediante manovra rotativa con eventuale blocco porta, accessoriati di coprimorsetti o copriviti che assicurino un grado di protezione > ad IP20 e blocco a lucchetto installabile con facilità, in posizione di interruttore aperto.

## **Art. 106. Contattori**

I contattori per avviamento motore, dovranno avere durata meccanica superiore a 10 milioni di manovre, con cadenza massima in cicli di manovra all'ora pari a 3600 a temperatura ambiente < 60°C, tensione nominale d'impiego fino a 690V secondo IEC 947-4-1 con limite di frequenza della corrente d'impiego compreso tra 25 e 400Hz.

Le bobine dei contattori dovranno funzionare, mantenendo inalterate le prestazioni del circuito magnetico, con frequenza a 50 e 60Hz.

Il limite della tensione di comando delle bobine sarà compreso tra 0,85 e 1,1 Un.

I contattori dovranno funzionare ad una temperatura compresa tra -5 e +60°C; senza declassamento dovrà essere possibile installarli con una posizione di funzionamento  $\pm 30^\circ$  rispetto al piano verticale normale di montaggio.

Tenuta al fuoco U1 secondo UL94 e 960°C secondo IEC 695-2-1.

Grado di protezione IP2X.

I contattori dovranno essere di serie completi di un contatto ausiliario normalmente aperto e di uno normalmente chiuso, solidali con i contatti di potenza.

Dovranno inoltre prevedere una calotta di protezione piombabile adatta per introdurre la forzatura manuale dei contatti fino alla grandezza 95A.

Ai fini della sicurezza la colorazione dei contattori dovrà essere tale da far facilmente individuare quali circuiti e quali morsetti fanno parte del circuito di protezione e quali invece del circuito di comando.

Dovranno essere utilizzati tutti i componenti previsti dal costruttore per facilitare il montaggio del contattore insieme agli altri dispositivi previsti nei quadri elettrici.

I contattori dovranno essere coordinati con i dispositivi di protezione termica secondo IEC 947-4-2 e previsti per il tempo di coordinamento 2, cioè senza danneggiamento permanente sul contattore in caso di corto circuito.

#### **Art. 107. Pulsanti**

I pulsanti, selettori ed indicatori luminosi dovranno essere del tipo con diametro Ø22mm e dovranno essere previsti per il montaggio su piastra frontale e per il cablaggio posteriore.

Il fissaggio dovrà essere del tipo rapido con indicatori rappresentati sui frutti; dovranno essere del tipo a testa autoportante sul foro, con assemblaggio ad aggancio della base dei portacavetti e con sistema di fissaggio della base autobloccante ad una sola vite a prova di vibrazioni e di torsioni.

Tensione nominale d'isolamento 250V, corrente permanente d'impiego AC-12 pari a 10A, durata elettrica 10 milioni di cicli di manovra, conformità alla Norma CEI EN 60947-5-1.

Dovranno essere resistenti agli agenti atmosferici, avere un grado di protezione IP65 ad una temperatura ambiente compresa tra -25 e +60°C.

Gli indicatori luminosi dovranno presentare una sorgente luminosa tipo Protected Led disponibile in 5 colori ad alto rendimento, adatti per alimentazione diretta 24V ac/dc, 110V ac e 230V ac con durata di vita di ogni singolo led pari a 100.000 ore di servizio continuo senza dissipazione di calore.

I pulsanti, selettori ed indicatori luminosi dovranno essere montati corredati di inserti con apposite scritte descrittive della funzione svolta ricavabili dagli elaborati progettuali.

Eventuali simboli dovranno essere eseguiti in conformità delle DIN 30600.

Tali inserti dovranno essere alloggiati con una cornice portaetichette in materiale plastico di colore nero.

#### **Art. 108. Attivatore stabilizzato per bobine a lancio di corrente**

L'inibizione delle macchine (G.E., UPS, ecc.) e l'apertura degli interruttori di potenza positiva per interventi di emergenza, tramite pulsante a rottura di vetro dovrà avvenire tramite un'interfaccia a sicurezza positiva: "attivatore stabilizzato".

L'attivatore dovrà possedere le seguenti caratteristiche tecniche :

compatibilità totale con ogni interruttore e/o macchina dotati di bobine a lancio di corrente;

consenso da pulsanti normalmente chiusi (N.C.), funzionamento in diseccitazione;

circuito pulsanti a 24V cc;

insensibilità alle interruzioni di rete;

insensibilità agli sbalzi di tensione, variazioni di tensione da 110 a 260Vac, insensibile alle micro interruzioni;

insensibilità alla lunghezza dei conduttori della linea dei pulsanti di sgancio e dal loro numero;

segnalazione locale e remota di conduzione ed alimentazione linea bobina; dovrà essere tenuta sotto continua sorveglianza la conduzione della linea e la bobina di sgancio mediante un accoppiatore optoelettronico ad alto

isolamento che nel caso di mancanza di differenza di potenziale o di mancanza di conduzione metta in allarme il sistema di controllo e gestione;

test delle linee ad esso collegate al momento dell'accensione e durante il funzionamento tramite metodo P.I.C..

Caratteristiche tecniche

- realizzazione modulare, 4um;

privo di accumulatori interni, pertanto senza manutenzione e di durata di sostentamento in assenza di alimentazione di rete;

relè di commutazione interni IP67 in atmosfera inerte (per prevenire ossidazioni), con potere di commutazione di 8A 230Vac;

trasformatore di sicurezza 230/24Vac 3,3VA, tensione di isolamento 4KV, diodi di raddrizzamento e condensatori elettrolitici di stabilizzazione;

contenitore e riempimento in resina autoestinguente, app. UL.

Rispondenze normative

Norme CEI 64-8;

Direttive CEE 73/23/1977 e CEE 89/336;

Emissione EN50081-2;

Immunità EN 50082-2.

### **Art. 109. Prese e spine industriali**

Generalità

Le prese e spine industriali dovranno rispondere alle normative di seguito indicate riguardanti i prodotti con corrente nominale da 16 a 125A:

IEC 309-1 e 2; IEC 529; IEC 742; IEC 947-3

CEI EN 60309-1 e 2; CEI EN 60742; CEI EN 60947-3

CEI 23-12/1 e 2

Caratteristiche elettriche

Tensione nominale 690V

Tensione esercizio max 690V

Livello nominale di isolamento con tensione di prova a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi max 3kV

Frequenza nominale 50/500Hz

Grado di protezione prese e spine IP44, IP55, IP67

Grado di protezione prese con interruttore di blocco IP44, IP55, IP66

Caratteristiche costruttive

Le prese e spine industriali a norme IEC309 dovranno essere costruite utilizzando tecnopolimeri di alta qualità che garantiscano:

- Resistenza agli agenti chimici ed atmosferici

- Elevata resistenza meccanica agli urti anche alle basse temperature: soddisfino il grado IK8 ( 5 joule ) secondo la norma CEI EN 50102

- Resistenza al fuoco e al calore anormale secondo la norma IEC 695-2-1 e CEI 50-11

- Idoneità a 850°C al glow-wire test

- Grado di protezione: fino a IP67 secondo la norma CEI EN 60529

Per ogni impiego con caratteristiche nominali diverse di tensione, corrente, frequenza, polarità e tipologia di applicazione dovrà essere prevista una specifica esecuzione con impedimenti di sicurezza che rendano impossibile l'inserimento di una spina qualsiasi in una presa che non sia l'esatta corrispondente.

Questa non intercambiabilità dovrà essere assicurata dalla conformità alle diverse tabelle di unificazione dimensionale che prevedono differenti posizioni del contatto di terra rispetto ad un riferimento normalizzato fisso dell'imbocco.

Codice di colori

Per una più rapida identificazione delle tensioni di impiego, dovrà essere rispettato quanto previsto dalla Norma; essa prevede, infatti, un codice di colori internazionali che possono interessare tutto l'apparecchio o solo una parte ( es. coperchietto, ghiera, ecc.)

Tensione nominale di esercizio colore

da 10 a 25V VIOLA

da 40 a 50V BIANCO



da 100 a 130V	GIALLO
da 200 a 250V	BLU
da 380 a 480V	ROSSO
da 500 a 690V	NERO

Per frequenze superiori a 60Hz fino a 500Hz incluso, si dovrà usare, se necessario, il colore VERDE in combinazione con il colore della tensione nominale di esercizio.

#### Collaudo

Le prove di collaudo dovranno essere eseguite secondo le modalità della norma CEI EN60309-1 e 2.

#### Contenitori e involucri

Le cassette di fondo ed i coperchi dovranno essere realizzati in tecnopolimero termoindurente rinforzato ad alto spessore, dotato di ottime caratteristiche di stabilità dimensionale, di indeformabilità, di resistenza al calore anormale ed al fuoco, all'azione degli agenti chimici ed atmosferici, alle sollecitazioni meccaniche anche a bassissime temperature.

I coperchi trasparenti dovranno essere realizzati in policarbonato ad alto spessore, autoestinguente, stabilizzato UV, per garantire un'ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici; le viti di chiusura dei coperchi dei contenitori di dimensione media dovranno essere del tipo imperdibile in acciaio inox, mentre dovranno essere vitoni imperdibili di tecnopolimero termoplastico per i coperchi dei contenitori di dimensione grande.

Le guarnizioni di tenuta dovranno essere in elastomero antinvecchiante.

Tutti i contenitori dovranno essere adatti alla realizzazione di impianti conformi alle Norme CEI 64-8 ed in particolare per installazione in ambienti "a maggior rischio in caso di incendio" (64-8/7 Par.751); dovranno inoltre consentire l'allestimento di quadri con protezione mediante isolamento completo (CEI EN 60439-1).

Tali contenitori dovranno consentire, grazie alla loro completa modularità, la realizzazione di quadri di distribuzione anche complessi, utilizzando configurazioni predefinite ed accessori standard; in caso di necessità, dovrà essere possibile lavorare il materiale con fresa o trapano per realizzare soluzioni personalizzate fuori standard.

#### Prese con interblocco meccanico (16A - 32A - 63A)

Le prese dotate di dispositivo di interblocco, sia di tipo meccanico che di tipo elettrico, permetteranno la realizzazione di impianti di distribuzione di energia elettrica in condizioni di massima sicurezza, oltre a soddisfare specifici requisiti espressamente richiamati dalle Norme impianti.

Il dispositivo di interblocco deve impedire la manovra di chiusura dell'interruttore qualora la spina non sia già stata inserita nella presa e, successivamente, impedire l'estrazione della spina qualora l'interruttore si trovi ancora in posizione di "chiuso"; in aggiunta a tale configurazione di sicurezza, la manopola di manovra dovrà essere accoppiata al dispositivo "blocco porta", per consentire l'apertura dell'involucro, a scopo manutentivo, solo se l'interruttore si trova in posizione di "aperto".

Il gruppo funzionale completo deve risultare assiemato su controtelaio in lega leggera, a sua volta accoppiato all'involucro in tecnopolimero termoindurente; l'intera struttura deve costituire un sistema "rigido" e meccanicamente "definito", affinché venga garantito il mantenimento nel tempo delle regolazioni e della funzionalità originarie.

L'intero dispositivo di interblocco meccanico deve essere composto da parti realizzate in lamiera di acciaio, tali da garantire la necessaria rigidità e robustezza anche in caso di "forzamento" dovuto ad errata manovra.

Le basi portafusibili, ove presenti devono essere di tipo ceramico, per cartucce fusibili a tappo "tipo D".

La serie delle prese con interblocco meccanico deve essere disponibile nelle seguenti esecuzioni:

con interruttore rotativo e base portafusibili;

con interruttore rotativo senza base portafusibili;

con interruttore rotativo e sportello trasparente per installazione di apparecchi modulari;

senza interruttore rotativo, con interruttore magnetotermico e lampada di segnalazione.

#### Prese con interblocco elettrico (63A - 125A)

In questa esecuzione il dispositivo di interblocco dovrà consistere in un circuito ausiliario alimentato in bassissima tensione attraverso un trasformatore di sicurezza che, attraverso l'interazione con una bobina di minima tensione incorporata nell'interruttore, controlla la presenza o meno della spina nella relativa presa.

In condizioni funzionali corrette, quindi con spina inserita, il circuito dovrà consentire la chiusura dell'interruttore, diversamente, l'interruttore stesso si dovrà posizionare in stand-by (aperto), in attesa di essere rimanovrato in condizioni corrette; il circuito ausiliario di interblocco elettrico dovrà sfruttare la presenza del contatto pilota per chiudere, attraverso il conduttore di protezione, la bassissima tensione di alimentazione sulla bobina di minima.

In questa serie, all'esecuzione con blocco elettrico ed interruttore magnetotermico, dovrà essere prevista l'esecuzione con relè differenziale regolabile.

Caratteristiche generali:

Corrente nominale - magnetotermico	63A	125A
PI nominale estremo Icu (50/60 Hz)		
kA eff. a 220/240 V	85	85
kA eff. a 380/415 V	25	25
kA eff. a 400 V	25	25
kA eff. a 500 V	18	18
PI nominale di servizio Ics (%Icu)	100%	100%
Soglia di intervento termico regolabile	da 50A 63A	da 100A 125A
Soglia di intervento magnetico fissa	500A	1250A
Relè differenziale		
Soglia di intervento regolabile	da 0,03A a 10A	da 0,03A a 10A
Tempo di intervento regolabile	da 0 sec. a 0,310 sec.	da 0 sec. a 0,310 sec.
Interruttori rotativi per prese con interblocco meccanico (16A - 32A - 63A)		
Interruttore 16A - 32A		
Norma di riferimento: CEI EN 60947-3 (CEI 17-11)		
funzione: interruttore di manovra-sezionatore		
Ie 32A - Ue 500V (50-60 Hz)		
categoria di impiego: AC23A - AC3		
corrente condizionale di corto circuito: 10kA		
resistenza alla fiamma dell'involucro: GWT 960°C - V0		
Interruttore 63A		
Norma di riferimento: CEI EN 60947-3 (CEI 17-11)		
funzione: interruttore di manovra-sezionatore		
Ie 63A - Ue 500V (50-60 Hz)		
categoria di impiego: AC23A		
corrente condizionale di corto circuito: 15kA		
resistenza alla fiamma dell'involucro: GWT 960°C - V0		
Prese da parete con trasformatore di sicurezza		
Potenza effettiva 144VA	720VA	
Trasformatore	di sicurezza, classe II	di sicurezza, classe II
Impiego prevalente	lampade portatili	utensili portatili
Servizio	continuo	continuo
Grado di protezione	IP65	IP65
Tensione ingresso	220V 50-60Hz oppure 380V 50-60Hz	220V 50-60Hz oppure 380V 50-60Hz
Tensione di uscita	24V	48V
Protezione primario	fusibile	fusibile
Protezione secondario	fusibile	fusibile
Attivazione	micro bipolare azionato da spina	micro bipolare azionato da spina
Tipo presa	2P - 24V - 16A	2P - 48V - 32V - 12h

#### Art. 110. Sezionatori locali

Tutte le apparecchiature a 230V o 400V od in ogni caso superiore a 50V dovranno essere provviste subito a monte di un sezionatore locale, ad esclusione degli utilizzatori delle centrali installati in prossimità del proprio quadro.

Dovranno essere installati interruttori rotativi di manovra e di comando per servizio continuo, in cassetta stagna da parete IP65, per categorie di lavoro AC23; possibilità d'installazione di manopola nera nella versione per comando e manopola rossa lucchettabile su flangia gialla nella versione per emergenza.

Caratteristiche tecniche:

- n. poli x In 2 - 3 - 4 x 16A / 32A  
3 - 4 x 63A
- tensione d'isolamento 500V
- resistenza agli urti della custodia IK 08

- rispondenza normativa CEI 17-11, CEI EN 60947-3.

### **Art. 111. Condotti sbarra**

Ogni condotto sbarre dovrà essere completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

Condotta lunghezza standard secondo il tipo e della potenza da 3 o 5 metri

Condotta a lunghezza variabile fuori standard per misure inferiori alle standard

Prese a spina cablate, da cablare o con morsetti per condotti di bassa potenza

Cassette di derivazione da cablare con o senza apparecchiature di protezione

Testate di alimentazione da cablare

Staffe di sostegno a seconda della tipologia di posa del condotto

Curve o derivazioni a "T"

I condotti sbarra descritti nella presenza specifica dovranno essere conformi alle normative di prodotto CEI ed IEC.

Dovranno essere costruiti seguendo un sistema di Garanzia di Qualità conforme alla norma UNI EN 29001 -ISO 9001.

Condotti sbarra da 25-40A

I condotti sbarre dovranno rispondere agli standard più elevati e alle norme di riferimento CEI EN 60439-2.

Le loro caratteristiche principali dovranno essere le seguenti:

- Corrente nominale (In) 25 e 40A per una temperatura ambiente media di 35° C

- Tensione nominale di isolamento: 660V

- Tensione nominale di impiego: 230 - 400V

- Frequenza nominale: 50/60Hz

- Lunghezza degli elementi rettilinei standard: 2-3 m

- Numero di conduttori attivi: da 2 a 8 conduttori di sezione 2,5 o 6 mmq a seconda della corrente nominale

- Conduttore di protezione realizzato dall'involucro con sezione equivalente rame pari a 11 mmq per il condotto bi-tri-pentapolare e 22 mmq per il condotto doppio bi-tri-pentapolare

- Grado di protezione (IP) secondo CEI EN 60529 : IP55 in costruzione standard

- Corrente nominale di breve durata ammissibile (1 s): 2,9 e 6,4kA efficaci in funzione del calibro

- Corrente nominale di cresta ammissibile: 4,4 e 9,6kA in funzione del calibro

Tutti i componenti dovranno avere elevate caratteristiche di comportamento in caso di incendio, come la non propagazione dell'incendio secondo le norme CEI 20-22/2, la bassa emissione di gas e fumi corrosivi, tossici ed opachi.

Inoltre, tutti gli elementi isolanti e le materie plastiche utilizzate dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche secondo quanto prescritto dalle norme CEI 50 - 11 (tenuta al filo incandescente):

- 960°C per le parti in contatto con le parti attive

- 850°C per gli isolanti non in contatto con le parti attive

La cassetta di alimentazione dovrà avere corrente nominale unica di 40A.

La giunzione con gli elementi rettilinei dovrà essere del tipo a scatto e dovrà garantire contemporaneamente la continuità elettrica, la rigidità meccanica ed il grado di protezione IP55.

Di costruzione dovrà essere dotata di pressatubo con diametro da 17mm.

Il raccordo con il cavo flessibile dovrà avvenire tramite morsetti da 6mmq.

Gli elementi rettilinei del singolo circuito, dovranno essere del tipo tetrapolare o bipolare da 25 o 40A con grado di protezione IP55 ottenuto senza l'ausilio di accessori di tenuta.

Gli elementi dovranno avere un profilo rettangolare (46x3mmq) e dovranno essere in acciaio zincato a caldo o in acciaio zincato a caldo e poi verniciato RAL9010 con spessore di 0,5mm.

La giunzione dovranno essere parte integrante dell'elemento (non divisibile da quest'ultimo) e del tipo ad innesto rapido e dovranno garantire contemporaneamente la continuità elettrica, la rigidità meccanica e il grado di protezione IP55.

Il PE dovrà essere realizzato dall'involucro del condotto, la sua continuità fra due elementi dovrà essere assicurata tramite serraggio di apposita vite.

Le derivazioni, con otturatore IP55 previsto in fabbrica, dovranno essere predisposte ogni metro.

Elementi rettilinei da 25 o 40A, dotati di doppio circuito 2Ph-2Ph, 4Ph-2Ph, 4Ph-4Ph con grado di protezione IP55 ottenuto senza l'ausilio di accessori di tenuta.

Gli elementi dovranno avere un profilo quadrato (46x46mmq) e dovranno essere in acciaio zincato a caldo o in acciaio zincato a caldo e poi verniciato RAL9010 con spessore di 0,8mm.

La giunzione dovrà essere parte integrante dell'elemento (non divisibile da quest'ultimo) e del tipo ad innesto rapido e garantire contemporaneamente la continuità elettrica e il grado di protezione IP55. La rigidità meccanica dovrà essere assicurata tramite apposito elemento di irrigidimento integrato con la giunzione.

Il PE dovrà essere realizzato dall'involucro del condotto, la sua continuità fra due elementi dovrà essere assicurata tramite serraggio di apposita vite.

Le derivazioni, con otturatore IP55 previsto in fabbrica, dovranno essere predisposte ogni metro.

Le staffe di supporto degli elementi rettilinei e dei corpi illuminanti dovranno essere dotate di blocco di sicurezza automatico contro eventuali aperture accidentali.

Le spine di derivazione fase neutro, dovranno avere una corrente nominale di 10A, essere del tipo a fase preselezionata Ph1N / Ph2N / Ph3N ed essere dotate di cavo integrato con sezione da 1,5 mmq e lunghezza da 0,8m o 2m.

Le fasi di derivazione dovranno essere identificate direttamente sulla spina tramite i seguenti colori: Ph1= verde, Ph2=giallo, Ph3=marrone.

L'inserimento della spina dovrà essere del tipo guidato e il conduttore PE collegato prima della fase e del neutro.

La fase e il neutro dovranno essere derivati tramite presa del conduttore con contatto a pinza.

La spina dovrà essere assicurata al condotto tramite speciale blocco meccanico a scatto integrato nella spina; dovrà inoltre avere un grado di protezione IP55 ottenuto senza l'ausilio di accessori di tenuta.

Le spine di derivazione a selezione di fase dovranno avere una corrente nominale di 16A, dovranno essere del tipo a selezione di fase ed essere dotate di morsetti per il collegamento del cavo con sezione da 0,75mmq a 2,5mmq. Le fasi selezionate dovranno essere visibili dall'esterno tramite un indice di identificazione di colore arancio.

L'inserimento della spina dovrà essere del tipo guidato e il conduttore PE collegato prima della fase e, ove previsto, del neutro. Le fasi o il neutro dovranno essere derivati tramite presa del conduttore con contatto a pinza.

La spina dovrà essere assicurata al condotto tramite speciale blocco meccanico a scatto integrato nella spina; dovrà avere un grado di protezione IP55 ottenuto senza l'ausilio di accessori di tenuta.

Le spine di derivazione a morsetti con base portafusibili a selezione di fase dovranno avere una corrente nominale di 16A, dovranno essere del tipo a selezione di fase e dotate di morsetti per il collegamento del cavo con sezione da 0,75mmq a 2,5mmq. Le fasi selezionate dovranno essere visibili dall'esterno tramite un indice di identificazione di colore arancio.

La fase dovrà essere protetta con fusibile del tipo cilindrico 8,5x31,5.

L'inserimento della spina dovrà essere del tipo guidato e il conduttore PE collegato prima della fase e, ove previsto, del neutro. Le fasi o il neutro dovranno essere derivati tramite presa del conduttore con contatto a pinza.

La spina dovrà essere assicurata al condotto tramite speciale blocco meccanico a scatto integrato nella spina.

La spina dovrà avere un grado di protezione IP55 ottenuto senza l'ausilio di accessori di tenuta.

Gli elementi per variazione di direzione o superamento ostacoli dovranno essere flessibili da 25 o 40A con lunghezza da 0,5 o 2m in versione bipolare o tetrapolare a singolo o doppio circuito. Il grado di protezione IP55 dovrà essere ottenuto senza l'ausilio di accessori di tenuta.

La giunzione dovrà essere parte integrante dell'elemento (non divisibile da quest'ultimo) e del tipo ad innesto rapido e garantire contemporaneamente la continuità elettrica, la rigidità meccanica e il grado di protezione IP55.

Il PE dovrà essere realizzato dall'involucro del condotto, la sua continuità fra due elementi dovrà essere assicurata tramite serraggio di apposita vite.

Condotti sbarra da 40-100A

I condotti sbarre dovranno rispondere agli standard più elevati ed alle norme di riferimento CEI EN 60439-2.

Le loro caratteristiche principali dovranno essere le seguenti:

- Corrente nominale (In) 40/63/100 A per una temperatura ambiente media di 35°C
- Tensione nominale di isolamento: 500V
- Tensione nominale di impiego: 24...500V
- Frequenza nominale: 50/60Hz
- Lunghezza degli elementi rettilinei standard: 2-3mt
- Numero di conduttori attivi: 4 conduttori di potenza ; 4 conduttori di potenza più 3 conduttori per il telecomando
- Conduttore di protezione realizzato dall'involucro con sezione equivalente rame pari a 24mmq

- Corrente nominale di breve durata ammissibile (1 s): da 1,7 a 8,9kA efficaci in funzione del calibro
- Corrente nominale di cresta ammissibile: da 6 a 14kA in funzione del calibro

Tutti i componenti dovranno avere elevate caratteristiche di comportamento in caso di incendio, come la non propagazione dell'incendio secondo le norme CEI 20-22/2, la bassa emissione di gas e fumi corrosivi, tossici ed opachi.

Inoltre, tutti gli elementi isolanti e le materie plastiche utilizzate dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche secondo quanto prescritto dalle norme CEI 50 - 11 (tenuta al filo incandescente):

- 960°C per le parti in contatto con le parti attive
- 850°C per gli isolanti non in contatto con le parti attive

Il raccordo con il cavo dovrà avvenire tramite morsetti da 16mmq (cassette di alimentazione da 40/63A) e da morsetti per capicorda da 35mmq (cassette di alimentazione da 100A).

La versione predisposta per la distribuzione di bus di telecomando, dovrà contenere morsetti per il collegamento con cavo da 2,5mmq

Gli elementi rettilinei dovranno essere del tipo tetrapolare da 40A, 63A e 100A con grado di protezione base IP41. Gli elementi dovranno avere un profilo rettangolare (92x27,5mmq) e dovranno essere in acciaio zincato a caldo. La giunzione dovrà essere parte integrante dell'elemento e garantire contemporaneamente la continuità elettrica, la rigidità meccanica e il grado di protezione base IP41.

Il bloccaggio della giunzione dovrà essere assicurato dal serraggio di 4 viti imperdibili. Il PE dovrà essere realizzato dall'involucro del condotto, la sua continuità fra due elementi dovrà essere assicurata simultaneamente con la giunzione dei due elementi stessi.

Le derivazioni, predisposte ogni mezzo metro oppure ogni metro, dovranno essere dotate di apertura e chiusura automatiche per mezzo dell'inserzione o dell'estrazione di una spina o di una cassetta di derivazione. Dovrà essere impedito ogni contatto accidentale con le parti in tensione.

Le cassette di derivazione tetrapolari con fusibili, dovranno avere una corrente nominale di 25 e 40A, dovranno essere del tipo Tri+N+PE ed essere dotate di base porta fusibile di tipo cilindrico (10,3x38 e 14x51) e di pre tranciatura per consentire l'uscita del cavo destinato all'alimentazione del carico.

Le cassette di derivazione con apparecchiature modulari 4P dovranno avere una corrente nominale di 25 e 40A e dovranno essere dotate di pre-tranciatura, per consentire l'uscita del cavo destinato all'alimentazione del carico.

Dovranno essere disponibili, con o senza finestratura e accessoriabili di speciale presa per telecomando per realizzare la distribuzione del bus integrato all'interno del condotto.

L'inserimento della cassetta dovrà essere del tipo guidato e il conduttore PE collegato prima della fase e del neutro. La fase e il neutro dovranno essere derivati senza appoggio e trasmissione di sforzi sulle parti plastiche.

L'accesso ai morsetti di collegamento dovrà essere possibile solo in condizioni di assenza di tensione. Un dispositivo di sicurezza dovrà impedire l'inserimento della cassetta nella presa di derivazione se il coperchio della cassetta stessa risulta aperto. L'apertura della porta dovrà garantire il sezionamento del carico.

Il grado di protezione base dovrà essere IP41 elevabile ad IP54 con l'aggiunta delle guarnizioni di tenuta.

Gli elementi per variazione di direzione o superamento ostacoli, dovranno essere flessibili da 40,63 e 100A con lunghezza da 0,355 o 1m in versione tetrapolare e tetrapolare + bus di telecomando. Il grado di protezione base dovrà essere IP41.

La giunzione dovrà essere parte integrante dell'elemento e del tipo ad innesto rapido e garantire contemporaneamente la continuità elettrica, la rigidità meccanica e il grado di protezione base IP41.

Il PE dovrà essere realizzato dall'involucro del condotto.

Condotti sbarra da 100-800A

I condotti sbarre dovranno rispondere agli standard più elevati e alle norme di riferimento CEI EN 60439-2.

Le loro caratteristiche principali dovranno essere le seguenti:

- Corrente nominale (In) da 100 a 800A suddivisa in 7 calibri per una temperatura ambiente media di 35°C
- Tensione nominale di isolamento: 660V
- Tensione nominale di impiego: 660V
- Frequenza nominale: 50/60Hz
- Lunghezza degli elementi rettilinei standard: 2-3-5mt
- Numero di conduttori attivi: 4 conduttori di potenza
- Conduttore di protezione realizzato dall'involucro con sezione equivalente rame da 66 a 247mmq in funzione del calibro

- Grado di protezione (IP) secondo CEI EN 60529: IP52 in costruzione standard, IP54 con tutti gli accessori di tenuta

- Corrente nominale di breve durata ammissibile (1 s): da 8 a 38,3kA efficaci in funzione del calibro

- Corrente nominale di cresta ammissibile: da 13,6 a 78,7kA in funzione del calibro

Tutti i componenti dovranno avere elevate caratteristiche di comportamento in caso di incendio, come la non propagazione dell'incendio secondo le norme CEI 20-22/2, la bassa emissione di gas e fumi corrosivi, tossici ed opachi.

Inoltre, tutti gli elementi isolanti e le materie plastiche utilizzate dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche secondo quanto prescritto dalle norme CEI 50 - 11 (tenuta al filo incandescente):

- 960°C per le parti in contatto con le parti attive

- 850°C per gli isolanti non in contatto con le parti attive

La linea dovrà essere alimentata tramite elementi di raccordo con i cavi (cassette di alimentazione) oppure con elementi di raccordo diretto con il quadro (terminali), con corrente nominale da 100 a 800A.

La giunzione con gli elementi rettilinei dovrà essere di tipo rapido e garantire contemporaneamente la continuità elettrica, la rigidità meccanica e il grado di protezione IP54.

Di costruzione dovrà consentire l'alloggiamento di una piastra pressacavo. Dovrà essere installabile alle estremità del condotto oppure centralmente allo stesso.

Gli elementi rettilinei dovranno essere del tipo tetrapolare da 100 a 800A con grado di protezione base IP52. Gli elementi dovranno avere un profilo rettangolare (146x54mmq, 146x75mmq, 146x113mmq) e dovranno essere in acciaio zincato a caldo oppure verniciato con polveri epossidiche nella tonalità RAL 7032.

La giunzione, priva di bulloni, dovrà essere parte integrante dell'elemento e garantire contemporaneamente la continuità elettrica, la rigidità meccanica e il grado di protezione IP54. Il suo montaggio dovrà essere guidato onde evitare errori di cablaggio.

Il PE dovrà essere realizzato dall'involucro del condotto, la sua continuità fra due elementi dovrà essere assicurata simultaneamente con la giunzione dei due elementi stessi.

Gli isolatori, posti ogni 250mm, dovranno essere realizzati in poliestere rinforzato in fibra di vetro.

Le derivazioni, predisposte ogni mezzo metro oppure ogni metro, dovranno essere dotate di apertura e chiusura automatiche per mezzo dell'inserzione o dell'estrazione di una spina o di una cassetta di derivazione. Dovrà essere impedito ogni contatto accidentale con le parti in tensione.

Le staffe di supporto degli elementi rettilinei dovranno consentire il fissaggio del condotto direttamente alla struttura dell'edificio oppure tramite asta filettata (diametro 8mm).

Le cassette di derivazione con fusibili dovranno avere una corrente nominale da 25 a 630A, e dovranno essere dotate di base porta fusibile e di pre tranciatura per consentire l'uscita del cavo destinato all'alimentazione del carico.

Le cassette di derivazione con apparecchiature modulari, dovranno avere una corrente nominale di 25 a 100A e dovranno essere dotate di pre tranciatura per consentire l'uscita del cavo destinato all'alimentazione del carico.

Dovranno essere equipaggiabili di un dispositivo di protezione contro la marcia monofase e di piastra con serracavi.

Le cassette di derivazione con interruttori scatolati dovranno avere una corrente nominale di 100 a 400A e dovranno essere dotate di pre tranciatura per consentire l'uscita del cavo destinato all'alimentazione del carico.

Dovrà essere possibile l'alloggiamento di interruttori con manovra rotativa diretta oppure con manovra rotativa rinviata.

Il conduttore PE dovrà essere collegato prima della fase e del neutro. Le fasi e il neutro dovranno essere derivati senza appoggio e trasmissione di sforzi sulle parti plastiche.

L'accesso ai morsetti di collegamento dovrà essere possibile solo in condizioni di assenza di tensione. Un dispositivo di sicurezza dovrà impedire l'inserimento della cassetta nella presa di derivazione se il coperchio della cassetta stessa risulta aperto.

L'apertura della porta, ove presente, dovrà garantire il sezionamento del carico.

Gli elementi rettilinei per variazione di direzione o superamento ostacoli, dovranno essere con strutture ad angolo (orizzontale e verticale), a zeta, a X ed a T caratterizzate da una corrente nominale compresa tra 100 e 800A. La giunzione dovrà essere parte integrante dell'elemento nel numero minimo indispensabile per poter effettuare i collegamenti e garantire contemporaneamente la continuità elettrica, la rigidità meccanica e il grado di protezione base IP54. Il PE dovrà essere realizzato dall'involucro stesso.

## **Art. 112. Condotti sbarra-trolley**

## Generalità

Il blindo Trolley è la linea dedicata all'alimentazione di utenze in movimento quali: carroponti, motori di traslazione, linee di montaggio, ecc.

Il sistema dovrà essere adatto a realizzare sia tratti rettilinei che curvilinei e dovrà essere conforme alle norme armonizzate CEI EN 60439-1 e 2; dovrà essere disponibile nelle versioni 3L+N+PE (5 conduttori) per le portate da 40-63-70-110-150A, ove i carichi allacciati sono essenzialmente motori trifasi.

## Elementi rettilinei

Gli elementi rettilinei dovranno essere costituiti dai seguenti componenti:

- involucro realizzato in profilato di acciaio zincato a caldo (Senzimir) con forma rettangolare e spessore della lamiera 1,2 mm, caratterizzato da ottima rigidità meccanica per mantenere la propria linearità nel tempo;
  - n. 5 conduttori di uguale sezione 3L+N+PE a forma sagomata per garantire un'eccellente resistenza meccanica; conduttori in rame di purezza non inferiore a 99,9% (rame elettrolitico). Conduttori distanziati tra di loro attraverso isolatori in materiale plastico rinforzato con di fibra di vetro. Gli isolatori dovranno avere grado di autoestinguenza V1 (secondo le UL94) e dovranno essere conformi alla prova del filo incandescente secondo EN 60695-2-1 (CEI 50-11). L'isolamento elettrico fra conduttore e conduttore e verso l'involucro dovrà essere assicurato dalle ampie distanze in aria mantenute dagli isolatori;
  - una fessura presente nella parte inferiore lungo tutto il condotto permetterà al suo interno lo scorrimento di un carrello di prelievo corrente; la fessura dovrà avere una dimensione tale da garantire il grado di protezione IP20 all'intero condotto;
  - un sistema di morsetti indipendenti di giunzione elettrica per il collegamento veloce ed affidabile dei conduttori attivi e del PE. I morsetti dovranno essere realizzati con piastrine in bronzo per realizzare la serie fra i conduttori, mantenendo liscia la parte inferiore degli stessi al fine di agevolare lo scorrimento dei carrelli di derivazione;
  - la congiunzione meccanica si deve completare applicando all'involucro le flange di connessione.
- Tutto il condotto è "non propagante l'incendio" in conformità alla norma EN 60332-3.

## Alimentazioni

Dovranno permettere di alimentare elettricamente il condotto attraverso una linea in cavo; il montaggio sulla linea dovrà essere realizzato tramite collegamento di tipo rapido a morsetti come per gli elementi rettilinei.

Il punto di ingresso dei cavi dovrà essere posizionato generalmente nella parte posteriore dell'alimentazione.

La linea dovrà disporre di alimentazioni centrali installabili in qualunque punto vi sia una congiunzione fra gli elementi rettilinei.

## Chiusure

La chiusura di estremità dovrà essere il componente che permette di assicurare il grado di protezione IP20 al termine della linea.

## Dispositivi di fissaggio

Per fissare la linea alla struttura dell'edificio, direttamente oppure mediante mensole da parete, da soffitto o a putrella, dovrà essere necessario utilizzare una staffa che funge da collare attorno al condotto, pertanto dovrà essere disponibile una congiunzione elettrica già predisposta per la sospensione del condotto. La staffa dovrà disporre di fori per essere facilmente accoppiata alle mensole.

## Elementi di percorso ed elementi complementari

a) elementi curvilinei: dovranno essere disponibili per effettuare cambi di percorso (solo in orizzontale) sino ad un raggio di curvatura minimo di 1,5m. La giunzione dovrà essere di tipo veloce come per gli elementi rettilinei. I carrelli di derivazione standard dovranno essere adatti e scorrevoli anche nei tratti curvilinei della linea. Il grado di protezione base dovrà essere IP20.

b) elementi rettilinei con dispositivo di introduzione carrello: questi elementi dovranno essere dotati di uno sportellino nella parte inferiore, sportellino che in posizione aperta permette l'inserimento o la rimozione di un carrello dalla linea. I carrelli generalmente dovranno essere introdotti nella linea in corrispondenza delle chiusure finali, ma per linee con più carrelli funzionanti o linee di lunghezza considerevole è preferibile prevedere un elemento di introduzione al centro della linea per agevolare le operazioni di manutenzione sui carrelli. Il grado di protezione base dovrà essere IP20.

c) Elementi rettilinei con dispositivo di dilatazione termica: questi elementi dovranno essere utilizzati in linee di lunghezza superiore a 35-40 m. Gli elementi di dilatazione "assorbono e compensano" la dilatazione termica dei conduttori evitando che i questi perdano la loro linearità andando a compromettere le distanze di isolamento in aria e ostacolando la scorrevolezza dei carrelli di derivazione.

## Carrelli di derivazione

Da utilizzare per il collegamento e l'alimentazione di carichi trifasi da 25A - 40A - 80A o 160A (in versione accoppiata).

I carrelli di derivazione dovranno essere dotati di 5 spazzole in grafite (3L+N+PE) che sotto l'azione delle molle mantengono la corretta pressione sui conduttori permettendo di prelevare corrente dalla linea, mentre il carrello è in movimento (traslazione) all'interno del condotto.

I carrelli dovranno essere accoppiati con un giunto meccanico al fine di poter prelevare il doppio della corrente nominale del singolo carrello, se necessario.

I carrelli sono generalmente trascinati dallo stesso motore elettrico che alimentano, l'accoppiamento al motore dovrà essere realizzato mediante un "braccio di trascinamento" che permette di scaricare sul carrello ed in modo appropriato le forze di trazione senza rischiare che il carrello si inceppi. A tale scopo i bracci di trascinamento dovranno essere collegati ai carrelli con opportune molle che riducono l'accelerazione (i cosiddetti "stappi") sia all'avviamento che in frenatura.

La velocità massima di traslazione dei carrelli dovrà essere di 90 m/min .

Tutti i componenti in materiale plastico isolante dovranno essere conformi alla prova del filo incandescente (EN 60695-2-1) e presentare un grado di autoestinguenza V1 (UL94); il grado di protezione base dovrà essere IP20 senza l'impiego di accessori aggiuntivi di tenuta.

### **Art. 113. Conduttori per impianti B.T.**

#### **Generalità**

Tutti i conduttori dovranno essere provvisti di Marchio di Qualità; in particolare negli impianti alimentati a tensione 230/400V si dovranno adoperare conduttori con tensione di esercizio  $U_o/U$  450/750V e/o 0,6/1KV del tipo "non propagante l'incendio" con simbolo di designazione rispettivamente N07V-K, FROR, N1VV-K, U/RG7(0)R, FG7(0)R per la distribuzione ordinaria e del tipo a "bassissima emissione di fumi e gas tossici" con simbolo di designazione FM9 e "FG10(0)M1 (CEI 20-36 Resistente al fuoco)" rispettivamente per il cablaggio dei quadri e la distribuzione alle utenze ed apparecchiature degli impianti di sicurezza.

Tali prescrizioni sono estese a tutti i conduttori di protezione, equipotenziali e di terra isolati in PVC giallo-verde.

Il raggio minimo di curvatura e lo sforzo di trazione durante la posa dei cavi, per le varie sezioni, dovrà essere quello consigliato dalla Ditta costruttrice ed individuabile nelle schede tecniche di prodotto.

I cavi dovranno riportare, con continuità sull'isolante una stampigliatura in rilievo o ad inchiostro, i seguenti contrassegni :

sigla di designazione;

nome del fabbricante o marchio di fabbrica o numero distintivo;

norma di riferimento per indicare la caratteristica di non propagazione dell'incendio;

anno di fabbricazione.

Si intende continua la stampigliatura quando l'intervallo tra la fine di un tratto stampigliato e l'inizio del tratto successivo non è superiore a 275mm; tuttavia, se sull'isolante è apposta la marcatura metrica, l'intervallo tra la fine di un tratto stampigliato e la fine del successivo può essere aumentato fino al massimo di 1000mm.

La stampigliatura deve essere durevole e la rispondenza a tale requisito deve essere stata verificata mediante la prova indicata nella Norma CEI 20-20/2 art.1.8.

I cavi unipolari e multipolari di sezione superiore 120mmq dovranno essere a "corda compatta – formazione a corone concentriche" del tipo RG7(O)R.

La posa dei circuiti, in ogni condizione, dovrà assolutamente rispettare le seguenti caratteristiche :

1) i cavi appartenenti alla stessa terna dovranno avere identica lunghezza;

2) nel caso di più cavi unipolari in parallelo per fase o terne adiacenti (posa a trifoglio o in piano) si dovrà rispettare il senso ciclico contrapposto delle fasi.

Cordicella N07V-K

Cavo per bassa tensione  $U_o/U$  450/750V.

Idoneo per installazione entro tubazioni in vista e/o incassate, o sistemi chiusi similari; adatti per installazione fissa e protetta su o entro apparecchi d'illuminazione, all'interno di apparecchi e di apparecchiature di interruzione e di comando, per tensioni sino a 1000V in corrente alternata o, in caso di corrente continua, sino a 750V verso terra.

Caratteristiche tecniche

conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;

isolante in PVC di qualità R2 (senza piombo);



- colori distintivi : nero, blu chiaro, marrone, grigio, rosso, bianco, arancione, rosa, violetto, blu scuro, giallo-verde;

temperatura di funzionamento 70°C;

temperatura di c.to c.to 160°C;

rispondenza normativa : CEI 20-20, CEI 20-35, CEI 20-22II, CEI 20-37/2;

temperatura minima di posa +5°C;

condizioni di posa : in tubo o canalina in aria.

Cavo FG7(0)R

Cavo per bassa tensione Uo/U 0,6/1KV.

Idoneo per alimentazione e trasporto di energia, comandi e/o segnali; adatto per posa direttamente interrata e per posa fissa sia all'interno che all'esterno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi simili.

Caratteristiche tecniche

conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;

isolante in gomma HEPR ad alto modulo, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (senza piombo); le anime dei cavi per segnalamento dovranno essere nere, numerate e dovrà essere previsto all'interno anche il conduttore di terra giallo-verde;

guaina in PVC speciale di qualità RZ colore grigio;

- colori distintivi delle anime : nero, blu chiaro, marrone, giallo-verde;

temperatura di funzionamento 90°C;

temperatura di c.to c.to 250°C;

rispondenza normativa : CEI 20-13, CEI 20-11, CEI 20-34, CEI 20-35, CEI 20-22II, CEI 20-37/2;

temperatura minima di posa 0°C;

condizioni di posa : in tubo o canalina in aria, in canale interrato, in tubo interrato, in aria libera, interrato con protezione.

Cordicella FM9

Cavo per bassa tensione Uo/U 450/750V a bassissima emissione di fumi e gas tossici.

Particolarmente consigliato per cablaggi interni di quadri elettrici, sia di distribuzione che di automazione, per la presenza di apparecchiature e sistemi particolarmente sensibili a fumi e gas corrosivi.

Caratteristiche tecniche

conduttore in corda flessibile di rame rosso;

isolante in mescola termoplastica tipo Afumex (senza piombo);

- colori distintivi : nero, blu chiaro, marrone, grigio, rosso, bianco, arancione, rosa, turchese, violetto, blu, giallo-verde;

temperatura di funzionamento 70°C;

temperatura di c.to c.to 160°C;

rispondenza normativa : Certificato di Sorveglianza IMQ A2703, CEI 20-35, CEI 20-22III, CEI 20-37, CEI 20-38;

temperatura minima di posa -5°C;

condizioni di posa : in tubo o canalina in aria.

Cavo FTG10(0)M1

Cavo per bassa tensione Uo/U 0,6/1KV, resistente al fuoco ed a bassissima emissione di fumi e gas tossici.

Particolarmente consigliato per impianti che richiedono i massimi requisiti di sicurezza nei confronti degli incendi; adatto per posa fissa.

Caratteristiche tecniche

Conduttore unipolare o multipolare flessibile di rame rosso ricotto, resistente al fuoco, ed a bassissima emissione di fumi e gas corrosivi;

isolato in gomma HEPR di qualità G10 e guaina termoplastica di alogeni LSOH;

rispondenza normativa : CEI 20-22III, CEI EN 60332-1-2, CEI EN 50267-2-1, CEI EN 61034-2, CEI 20-37/4-0, CEI EN 50200, CEI EN 50362;

marchio IMQ,

temperatura minima di posa -10°C;

condizioni di posa : in tubo o canalina in aria, in canale interrato, in tubo interrato, in aria libera, interrato con protezione.

FR20HH2R

Cavo di energia e segnalamento per bassa tensione Uo/U 0,45/0,75KV, non propagante la fiamma e l'incendio.

Particolarmente consigliato per impianti dove è necessario trasmettere segnali elettrici di comando protetti da interferenze e disturbi esterni.

Caratteristiche tecniche

Conduttore multipolare flessibile con schermatura costituita da nastro di alluminio/poliestere + treccia di rame rosso;

guaina in PVC di qualità Rz;

rispondenza normativa : CEI 20-22II, CEI 20-35;

temperatura minima di posa 0°C;

condizioni di posa : in tubo o canalina in aria, in aria libera.

Cavo UTP 24AWG

Cavo per trasmissione dati ad alta velocità, con prestazioni superiori alle specifiche della Cat. 5E, per frequenze fino a 100MHz.

Particolarmente consigliato nei sistemi di cablaggio strutturato degli edifici, soluzione ideale per le applicazioni LAN più avanzate quali Ethernet 10Mb/s, Token Ring 16Mb/s, Fast Ethernet 100Mb/s, TPPMD-CDDI 100Mb/s, ATM 622Mb/s, Giga Bit Ethernet 1Gb/s.

Caratteristiche tecniche

- conduttore costituito da 4cp (4x2x24/1 AWG) o 8cp (8x2x24/1 AWG) di conduttori twistati a filo unico in rame rosso 0,52mmq solido;

isolante in polietilene;

guaina in PVC di qualità R2

rispondenza normativa : ISO/IEC 11801; EN50173; CEI 20-35;

impedenza caratteristica 100+/-15 Ohm.

Cavo H07RN-F

Cavo per bassa tensione Uo/U 450/750V.

Idoneo per alimentazione e trasporto di energia, comandi e/o segnali; adatto per posa interrata su tubazioni di protezione e per posa fissa sia all'interno che all'esterno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi simili. Grande flessibilità, eccellente tenuta all'intemperie, agli oli e grassi, alle sollecitazioni meccaniche e termiche. Idoneo all'immersione permanente fino a 10 bar di pressione.

Caratteristiche tecniche

conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;

isolante in gomma EI4, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche; le anime dei cavi per segnalamento dovranno essere nere, numerate e dovrà essere previsto all'interno anche il conduttore di terra giallo-verde;

guaina policloroprene di qualità EM2 colore nero;

- colori distintivi delle anime : nero, blu chiaro, marrone, giallo-verde;

temperatura di funzionamento 60°C;

temperatura di c.to c.to 200°C;

rispondenza normativa : CEI 20-19, CEI 20-35;

temperatura minima di posa -25°C;

condizioni di posa : servizio mobile interno ed esterno, aria libera, in acqua, tubo interrato e in canaletta o tubazioni.

#### **Art. 114. Canalizzazioni e tubazioni portacavi**

Generalità

Dovranno essere conformi alle norme CEI ed ai disegni di progetto in cui sono riportati, in corrispondenza ai tracciati dei percorsi indicati per le varie linee, il tipo e le dimensioni delle canalizzazioni protettive previste. Ad integrazione e completamento di quanto la rappresentazione grafica consente di indicare si precisa quanto segue:

La posa dovrà essere eseguita in modo ordinato secondo percorsi orizzontali o verticali, paralleli o perpendicolari a pareti e/o soffitti, senza tratti obliqui ed evitando incroci o accavallamenti non necessari.

Dovranno essere evitate le giunzioni su tubi di tipo corrugato o di tipo flessibile o di diametro diverso.

Per le giunzioni fra tubazioni rigide e tubazioni flessibili dovranno essere impiegati gli adatti raccordi previsti allo scopo dal costruttore del tubo flessibile.

Il serraggio con clips strette con viti è ammesso solo sul lato tubo rigido e se non viene abbassato il grado di protezione previsto per l'impianto.

In mancanza di indicazioni o prescrizioni diverse sulle tavole di progetto, nei locali umidi o bagnati o all'esterno, canalette e tubazioni saranno in materiale isolante e tutti gli accessori per la messa in opera, quali mensole o staffe di sostegno per le canalette, morsetti di fissaggio per tubi, dovranno essere in materiale plastico o in acciaio inossidabile.

All'interno di detti locali le varie parti costituenti le canalette (tratti rettilinei, curve, etc.) dovranno essere collegate fra loro mediante bulloni in nylon o in acciaio inossidabile.

Negli impianti a vista (generalmente stagni) e sopra i controsoffitti, l'ingresso di tubi in cassette, contenitori e canalette dovrà avvenire tramite adatto pressatubo senza abbassare il grado di prestazione previsto.

Per consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori il rapporto fra il diametro interno del tubo protettivo ed il diametro del fascio dei cavi contenuti dovrà essere almeno pari a 1,3 (30% in più).

Il diametro delle tubazioni non dovrà comunque essere inferiore a quello riportato sui disegni di progetto.

Analogamente le dimensioni delle canalette portacavi non dovranno essere inferiori a quelle riportate sui disegni e, salvo diversa indicazione o in assenza di dimensione, le canalette dovranno essere dimensionate per portare i cavi su un unico strato.

Sempre allo scopo di facilitare l'infilaggio non dovranno essere eseguite più di due curve, o comunque curve per più di 90° sulle tubazioni protettive senza l'interposizione di una cassetta di transito.

Nei tratti rettilinei non dovrà essere superata la lunghezza di 10 m senza l'interposizione di una cassetta rompitratta.

Eventuali tubazioni interrate dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche costruttive e di posa (salvo diversa prescrizione di progetto o indicazione della D.L.):

essere di materiale termoplastico (pvc) e dotate di sufficiente resistenza allo schiacciamento;

avere i giunti di tipo a bicchiere sigillati con apposito collante, o di tipo filettato per evitare lo sfilamento e le infiltrazioni di acqua;

essere posate a non meno di 0,5 m di profondità, avendo cura di stendere sul fondo dello scavo e sopra il tubo, una volta posato, uno strato di sabbia di almeno 2cm di spessore; i tratti interrati, ove sia prevedibile il transito di automezzi, dovranno essere protetti con copponi di calcestruzzo vibrato e/o getto di cls con rete elettrosaldata; dovranno essere previsti pozzetti di ispezione in corrispondenza ai cambiamenti di direzione e ad intervalli non superiori a 20 m nei tratti rettilinei;

nei tratti rettilinei orizzontali dovranno essere posati con pendenza verso un pozzetto per evitare il ristagno dell'acqua;

il tratto entrante nel fabbricato dovrà essere posato con pendenza verso l'esterno, per evitare l'ingresso di acqua; dopo avere infilato i cavi, le estremità all'interno e/o all'esterno del fabbricato dovranno essere chiuse con tappo e sigillate;

tutti i pozzetti dovranno essere con fondo e foro adeguato ad evitare il ristagno dell'acqua.

Prima della chiusura di tracce o scavi, e di eventuali controsoffitti e/o pavimenti sopraelevati, dovrà essere avvisato con sufficiente anticipo la D.L., in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle canalizzazioni;

tutte le variazioni dei percorsi rispetto a quelli di progetto dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L., ed essere riportate, da parte della Ditta, su disegni da consegnare alla Committenza.

Passerella asolata in acciaio zincato

Sarà forata (asolata) e ottenuta da lamiera di acciaio protetta con zincatura a fuoco Sendzimir oppure, se indicato nel computo metrico o nella specifica, con zincatura a fuoco per immersione dopo le lavorazioni, foratura e piegatura, corredata di coperchio.

I fianchi dovranno avere un' altezza di almeno 80 mm.

Per la sospensione saranno impiegate, per quanto possibile, mensole e/o culle ancorate a profilati fissati a soffitto e/o parete di ogni genere.

La distanza fra due sostegni non dovrà essere superiore a 1,5 m e comunque tale che la freccia di flessione non risulti superiore a 5 mm.

Il collegamento fra due tratti dovrà avvenire mediante giunti di tipo telescopico o ad incastro in modo da attenerne la perfetta continuità del piano di scorrimento dei cavi ed evitarne l'abrasione durante la posa oppure impiegando giunti ad angolo di tipo esterni e piastre coprigiunto interne.

Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, etc, dovranno essere impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da ridurre al minimo, e per dimostrata necessità, gli interventi quali tagli, piegature, etc.

In ogni caso gli spigoli che possono danneggiare i cavi dovranno essere protetti con piastre terminali coprifilo. Per il collegamento delle varie parti dovranno essere impiegati non meno di quattro bulloni in acciaio zincato o cadmiato di tipo con testa tonda e larga posta all'interno della canaletta e muniti di rondella.

Nel caso fosse necessario il coperchio, questo verrà indicato di volta in volta nel computo metrico o nella specifica dei materiali e dovrà essere asportabile per tutta la lunghezza anche in corrispondenza degli attraversamenti di pareti.

Per la canaletta zincata per immersione dovrà essere ripristinata la protezione nei punti in cui dovesse essere indispensabile intervenire con tagli, brusche piegature, fori, etc., oltre ovviamente alla zincatura per immersione potranno essere impiegate vernici catodiche rispetto allo zinco, quali minio o cromato di Pb.

**Canaletta in acciaio zincato di tipo chiuso**

Vale, in generale, quanto descritto per la passerella di tipo aperto.

La canaletta sarà dotata di coperchio fissato o a scatto o mediante moschettoni e asportabile per tutta la lunghezza anche in corrispondenza agli attraversamenti di pareti.

Di volta in volta risulta precisato sui disegni o nel computo metrico il grado di protezione richiesto; particolare cura dovrà essere posta affinché non risulti abbassato il grado di protezione in corrispondenza di giunzioni, collegamenti con tubi eventualmente derivati, cassette di derivazione, contenitori, etc.

**Passerella in filo di acciaio**

Dovrà essere in filo d'acciaio elettrosaldato con bordo di sicurezza, composto da una nervatura con saldatura a T del filo di testa.

Il bordo così costituito dovrà aumentare la resistenza a torsione e flessione (CEI EN 61537), permettendo la realizzazione di campate fino a 2 metri a pieno carico.

La struttura della passerella a filo, dovrà evitare il danneggiamento dei cavi e delle mani dell'operatore, durante la posa.

Tutti gli elementi di fissaggio (mensole, profilati, ecc.), dovranno avere un aggancio rapido con linguette integrate ripiegabili, per eliminare l'uso di viterie e per evitare pericolose sporgenze ed asperità.

La "freccia" massima, della passerella a filo, non deve superare 1/200 della campata tra le due mensole.

La dimensione nominale della passerella a filo, dichiarata dal costruttore, dovrà corrispondere a quella "utile di carico" quindi, dovranno essere le misure interne (area di contenimento dei cavi).

**Assemblaggio delle passerelle**

Lo sviluppo necessario per la realizzazione delle derivazioni, degli incroci, dei cambiamenti di piano, delle riduzioni di sezione e delle curve da realizzare in cantiere, dovranno essere previsti come se fossero tratti rettilinei.

La realizzazione dei pezzi speciali dovrà essere effettuata tagliando la passerella portacavi su misura e piegando i tondini di cui è costituita. Sia per ottenere un taglio pulito e netto a 45°, sia per consentire un corretto assemblaggio, si raccomanda l'utilizzo di una cesoia con lame asimmetriche.

La giunzione lineare di due passerelle portacavi si dovrà effettuare con un giunto rapido che garantisce la tenuta al carico abbracciando il filo di testa e garantendo la continuità elettrica secondo la norma CEI EN 61537.

**Capacità di carico**

La passerella portacavi e i relativi staffaggi dovranno essere omologati per le capacità di carico secondo la norma CEI EN 61537.

**Tubo in acciaio zincato leggero**

Sarà in acciaio zincato trafilato con sezione perfettamente circolare.

Sarà impiegato per la sola posa in vista all'interno (a parete, a soffitto, nel controsoffitto o sotto pavimento sopraelevato), nei cavedi e nelle centrali tecnologiche o locali che richiedono impianti in esecuzione IP55 - IP65

Nel caso di impiego per l'esecuzione di impianti stagni (grado di protezione non inferiore a IP 44) dovranno essere impiegati i seguenti accessori in acciaio zincato: per le giunzioni manicotti o raccordi in tre pezzi, per i cambiamenti di direzione curve ampie o curve ispezionabili stagne (oppure potrà essere adottato il sistema della piegatura diretta evitando però che si abbiano strozzature, diminuzione della sezione e danneggiamenti della zincatura), per i collegamenti a canalette o contenitori ghiera e controghiera.

Nel caso di impiego in impianti in cui non sia richiesta l'esecuzione stagna potranno essere impiegati manicotti, curve e raccordi in lega leggera di tipo apribile, serrati sul tubo con cavallotti e viti.

Dovrà in ogni caso essere garantita la continuità elettrica fra le varie parti, ed essere effettuata la messa a terra alle estremità.

**Tubo flex in acciaio zincato con rivestimento in PVC (guaina armata)**

Sarà costituito da un tubo flessibile a spirale in acciaio zincato a doppia aggraffatura con rivestimento esterno in guaina morbida di pvc autoestinguente con campo di temperatura di impiego da - 15°C a + 80°C.

La guaina esterna dovrà presentare internamente delle nervature elicoidali in corrispondenza all'interconnessione fra le spire del tubo flessibile e ciò allo scopo di assicurare una perfetta aderenza ed evitare che si abbiano a verificare scorrimenti reciproci.

Per il collegamento a tubi di altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori etc., dovranno essere impiegati esclusivamente i raccordi metallici previsti allo scopo dal costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), manicotto con filettatura stampata per protezione delle estremità taglienti e per la messa a terra, guarnizione conica, ghiera di serraggio e controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati.

In ogni caso non è ammesso bloccare l'estremità del tubo flessibile con raccordi del tipo a clips serrate con viti.

Tubo in acciaio zincato pesante UNI 7683

Sarà conforme alle Norme UNI 7683 senza saldatura, zincato a fuoco, internamente liscio con estremità filettate UNI 6125.

Potrà essere impiegato per la posa in vista (a parete, a soffitto, nel controsoffitto, o sotto pavimento sopraelevato) sia all'interno che all'esterno.

E' ammessa la posa interrata purchè il tubo sia protetto inferiormente e superiormente con almeno 10 cm di calcestruzzo oppure rivestito con tela iutata e catramata.

Le giunzioni potranno essere ottenute impiegando manicotti filettati in acciaio zincato. Analogamente i cambiamenti di direzione saranno ottenuti con curve ampie con estremità filettate; fino al diametro di 1" ¼ potranno essere ottenuti anche per piegatura diretta evitando però che si abbiano strozzature, diminuzioni della sezione e danneggiamenti della zincatura.

Nel caso di impiego all'esterno di luoghi con pericolo di esplosione ed incendio potranno essere impiegati anche manicotti, curve e raccordi in lega leggera del tipo apribile serrati sul tubo con cavallotti e viti.

Su tutti i tagli eseguiti dovranno essere accuratamente eliminate bavature o spigoli taglienti che possano danneggiare i cavi.

Tubo rigido in P.V.C. 850°C IP40 – IP55

Sarà della serie pesante a bassissima emissione d' alogeni e resistente alla prova del filo incandescente a 850°C, con grado di compressione minimo di 750 N conforme alle tabelle CEI-UNEL 37118 e alle norme CEI 23-8 e provvisto di Marchio di Qualità.

Potrà essere impiegato per la posa a pavimento (annegato nel massetto e ricoperto da almeno 15 mm di malta di cemento) oppure in vista (a parete, a soffitto, nel controsoffitto, sotto il pavimento sopraelevato, all'interno delle pareti cartongesso).

Non è ammessa la posa interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) o in vista in posizioni dove possa essere soggetto a urti, danneggiamenti etc..

Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando rispettivamente manicotti e curve con estremità a bicchiere conformi alle citate norme e tabelle.

Sarà anche possibile eseguire i manicotti e le curve a caldo sul posto di posa.

Nel caso sia adottato il secondo metodo le giunzioni dovranno essere eseguite in modo che le estremità siano sovrapposte per un tratto pari a circa 1-2 volte il diametro nominale del tubo e le curve in modo che il raggio di curvatura sia compreso fra 3 e 6 volte il diametro nominale del tubo. Tubazioni e accessori dovranno avere Marchio IMQ.

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non dovrà essere superiore a 1m, in ogni caso i tubi dovranno essere fissati in prossimità di ogni giunzione e sia prima che dopo ogni cambiamento di direzione.

In questo tipo di posa, per il fissaggio saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato e passivato con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese impermeabili; oppure saranno impiegati collari c.s.d. in materiale isolante, oppure morsetti in materiale isolante sempre serrati con viti ( i tipi con serraggio a scatto sono ammessi all'interno di controsoffitti, sotto pavimenti sopraelevati, in cunicoli o analoghi luoghi protetti).

Collari e morsetti dovranno essere ancorati a parete o a soffitto mediante chiodi a sparo o viti e tasselli in plastica.

Nei locali umidi o bagnati e all'esterno, degli accessori di fissaggio descritti potranno essere impiegati solo quelli in materiale isolante, le viti dovranno essere in acciaio nichelato o cadmiato o in ottone.

Nei casi in cui siano necessarie tubazioni di diametro maggiore a quelli contemplati dalle citate norme CEI 23-8, potranno essere impiegati tubi in pvc del tipo con giunti a bicchiere con spessore non inferiore a 3 mm per i quali

siano stati eseguiti, a cura del costruttore, le prove previste dalle norme CEI 23-8 (resistenza allo schiacciamento, all'urto, alla fiamma, agli agenti chimici e di isolamento) oppure tubi in pvc conformi alle norme UNI 7441-75-PN10. Per la posa interrata dovranno essere impiegati tubi in pvc conformi alle norme UNI 7441-75-PN16.

Tubo flessibile in P.V.C. serie pesante (corrugato)

Sarà conforme alle norme CEI 23-14 e alle tabelle CEI-UNEL 37121/70 (serie pesante) in materiale autoestinguente, provvisto di Marchio di Qualità.

Sarà impiegato esclusivamente per la posa sottotraccia a parete o a soffitto e/o sotto pavimento, curando che in tutti i punti risulti ricoperto da almeno 20 mm di intonaco oppure entro pareti prefabbricate del tipo a sandwich. Non potrà essere impiegato nella posa in vista, o sotto pavimento flottante, o interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) e così pure non potranno essere eseguite giunzioni se non in corrispondenza di scatole o di cassette di derivazione.

I cambiamenti di direzione dovranno essere eseguiti con curve ampie (raggio di curvatura compreso fra 3 e 6 volte il diametro nominale del tubo).

Dovrà avere una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N secondo quanto previsto dalle norme CEI 23.25.

### **Art. 115. Cavidotti**

#### **Generalità**

Potranno essere utilizzati cavidotti isolanti di tipo rigido o flessibile, comunque nel rispetto delle indicazioni previste negli altri elaborati di progetto.

Tutti i cavidotti dovranno risultare conformi alle Norme CEI 23-29, CEI 23-46, CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4; dovranno essere idonei per impianti interrati di reti elettriche e di telecomunicazioni ed essere costruiti con materiali resistenti agli agenti chimici (sostanze acide, basiche, idrocarburi e detersivi).

Il cavidotto deve poter essere direttamente interrato in qualsiasi tipo di terreno, in cunicoli o a vista, in ambienti umidi, bagnati ed aggressivi.

Se non richiesto esplicitamente, nel C.S.A. e/o negli altri elaborati di progetto, i cavidotti, per costruzione, devono essere in grado di poter essere posati in opera senza il rivestimento e/o la protezione di calcestruzzo e letto di posa.

Il riempimento della trincea ed in generale di qualunque tipo di scavo ove risulti posato il cavidotto, operazione fondamentale per il successivo infilaggio dei cavi, dovrà essere realizzato a perfetta regola d'arte ed in perfetta integrazione con il terreno in modo tale da permettere al cavidotto di reagire correttamente alle deformazioni del terreno, causate sia dal suo assestamento che dai carichi che gravano sullo scavo.

La corretta interazione tra cavidotto e terreno dovrà essere garantita tramite l'effettuazione del riempimento per strati successivi della trincea:

1° strato) la prima operazione dovrà consistere nel rinfiacco del cavidotto con sabbia, fino a raggiungere 3 cm sopra la generatrice del tubo; la costipazione dovrà avvenire solamente sui fianchi del cavidotto;

2° strato) il secondo strato (se non è specificatamente richiesta la copertura con cls) dovrà essere realizzato con lo stesso materiale del primo ed essere costipato solo lateralmente al cavidotto e non sulla verticale dello stesso, in modo tale da evitare inutili sollecitazioni dinamiche;

3° strato) negli strati superiori di riempimento (se non è specificatamente richiesta la copertura con calcestruzzo e quando non siamo in presenza di polifore costituite da strati multipli di cavidotti) si potrà utilizzare il materiale dello scavo, precedentemente accantonato, depurato dalle pietre di diametro superiore a 10cm e dai frammenti vegetali.

La compattazione degli strati dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione, avendo cura di eliminare le terre difficilmente comprimibili ed infine dovrà essere lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale e/o altra finitura superficiale.

I cavidotti dovranno essere impiegati esclusivamente per la posa interrata, assicurandosi che in tutti i punti risultino ricoperti da almeno 50 cm lungo le tratte e 40 cm in prossimità dei pozzetti.

Lungo le tratte, ogni 30 metri massimo, dovranno essere interrotti da pozzetti ispezionabili con chiusino e lapidino in ghisa.

I cavidotti dovranno essere dotati di :

cavetto interno in acciaio zincato (tirafilo);

chiusure alle estremità con idonei tappi o con altro sistema adatto ad evitare l'ingresso di acqua o corpi estranei nei periodi precedenti all'infilaggio dei cavi.

### Cavidotto rigido

Dovrà essere del tipo ad alta resistenza allo schiacciamento in materiale termoplastico a base di cloruro di polivinile (PVC) autoestinguente, di colore nero con nastratura gialla per l'identificazione della presenza di cavi elettrici, dotato di bicchiere d'innesto ricavato ad una estremità della barra per garantire con l'interposizione di mastice un elevato grado di protezione.

Caratteristiche tecniche:

- resistenza allo schiacciamento 1250N su 5 cm di tubo;
- resistenza alla temperatura da -5 a +60°C;
- resistenza alla perforazione 25000V per mm;
- allungamento alla rottura 8,5%;
- diametri esterno (Øe) / interno (Øi) disponibili :

Øe 50	Øi 40	Øe 110	Øi 96
Øe 63	Øi 53	Øe 125	Øi 108
Øe 80	Øi 68	Øe 160	Øi 140
Øe 100	Øi 88	Øe 200	Øi 176

### Cavidotto corrugato flessibile a doppia parete HDPE

Dovrà essere realizzato in materiale plastico rigido (polietilene ad alta densità HDPE), conformato con due elementi tubolari coestrusi: quello esterno corrugato per conferire una maggiore resistenza allo schiacciamento e quello interno liscio per facilitare l'introduzione e lo scorrimento dei cavi.

Le barre dovranno essere dotabili di guarnizione elastomerica di giunzione a perfetta tenuta.

Caratteristiche tecniche:

- resistenza allo schiacciamento 750N su 5 cm di tubo;
- resistenza alla temperatura da -50 a +60°C;
- resistenza elettrica di isolamento > 100Mohm;
- rigidità elettrica > 800KV/cm;
- diametri esterno (Øe) / interno (Øi) disponibili :

Øe 40	Øi 34	Øe 110	Øi 93
Øe 50	Øi 42	Øe 125	Øi 107
Øe 63	Øi 52	Øe 140	Øi 121
Øe 75	Øi 63	Øe 160	Øi 142
Øe 90	Øi 77	Øe 200	Øi 180

### Polifore e Monofore

Le polifore e monofore dovranno essere realizzate secondo le indicazioni della D.L. e quanto evidenziato negli elaborati grafici di progetto nei vari punti del tracciato, rispettando le caratteristiche dimensionali e costruttive.

La posa del cavidotto, dovrà avvenire non appena si è provveduto alla realizzazione dello scavo e/o non appena dopo la realizzazione di strati intermedi di sabbia o cls. Lo scavo non dovrà avere asperità, dovrà essere perfettamente liscio, privo di dossi e cunette.

Il primo strato di cavidotti dovrà essere posato su letto di sabbia fine di cava all'uopo predisposta (spess. 3cm) e successivamente ricoperto da 3cm di sabbia sopra la generatrice (compreso il riempimento degli interstizi tra un cavidotto e l'altro), per permettere la posa dello strato successivo.

Ogni 2÷3 strati di cavidotti (secondo le indicazioni di progetto) dovrà essere realizzato un getto di cls per il riempimento dello scavo fino a 3cm sopra la generatrice dell'ultimo cavidotto posato; il calcestruzzo dovrà essere dosato a 150Kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto.

Le fasi successive di lavorazione, per gli strati superiori dei cavidotti, dovranno essere eseguite come quelle precedentemente descritte.

I cavidotti dello stesso strato, vicini l'uno all'altro (nelle polifore con più di 9 cavidotti) dovranno essere tenuti uniti tramite l'infissione verticale sulla base dello scavo di picchetti di legno a perdere (tavole di abete non piallate spessore 2,5cm, larghezza 10cm bloccate trasversalmente di testa tra loro) all'uopo realizzati, interdistanziati longitudinalmente di circa 1,5m e trasversalmente secondo la larghezza del primo strato.

La ricopertura dell'ultimo strato di cavidotti, dovrà avvenire come di seguito indicato :

sulle polifore con più di 9 cavidotti dovrà essere realizzata una soletta in c.a. con cls di spessore 10cm sopra la generatrice dell'ultimo cavidotto posato, avente una resistenza RCK 250Kg/cm, con interposti nel getto pannelli di rete elettrosaldata Ø8mm con lato di maglia 15x15cm con sovrapposizione dei pannelli per almeno una maglia;

sulle polifore con meno di 9 cavidotti dovrà essere realizzato un getto di cls di spessore 10 cm sopra la generatrice dell'ultimo cavidotto posato, avente una resistenza RCK 150Kg/cm.

L'operazione di riempimento dello scavo rimasto libero dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dal termine del getto di calcestruzzo.

Durante le fasi di lavorazione dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.

Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'Appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome della Ditta appaltatrice dei lavori, il suo indirizzo e numero telefonico.

L'inadempienza delle prescrizioni sopra indicate potrà determinare sia la sospensione dei lavori, sia la risoluzione del contratto qualora l'Appaltatore risulti recidivo per fatti analoghi già accaduti nel presente appalto od anche in appalti precedenti.

La realizzazione di strati di sabbia, getti di cls, rete elettrosaldata, picchetti di legno, legature varie,, ecc., sono implicitamente compensate con il prezzo dell'opera. Nessun compenso potrà essere richiesto per lavorazioni particolari da eseguirsi in prossimità di altri sottoservizi insistenti in zona.

### **Art. 116. Barriere tagliafiamma**

#### **Generalità**

Quando una conduttura attraversa elementi costruttivi di edifici, quali solai, pareti o controsoffitto, le aperture che restano dopo il passaggio delle condutture devono essere otturate, (CEI 64-8/5 art. 527.2) in accordo con l'eventuale grado di resistenza all'incendio prescritto per il rispettivo elemento costruttivo dell'edificio prima dell'attraversamento (Norma ISO 834).

Le condutture, quali tubi protettivi circolari, tubi protettivi non circolari, canali o condotti sbarre, che penetrino in elementi costruttivi aventi una resistenza al fuoco specificata, dovranno essere otturate internamente ed esternamente sino ad ottenere il grado di resistenza all'incendio che aveva l'elemento costruttivo corrispondente prima della penetrazione.

Non sarà necessario otturare internamente le condutture che utilizzano tubi protettivi che rispondono alla prova di resistenza alla propagazione della fiamma (CEI 23-25) e che hanno un diametro interno massimo di 30mm a condizione che il tubo protettivo possieda il grado di protezione almeno IP33 e se il tubo protettivo penetra in un ambiente chiuso.

Nessuna conduttura dovrà penetrare in un elemento costruttivo portante dell'edificio, a meno che la sua integrità non possa essere assicurata anche dopo tale penetrazione (Norma ISO 834).

I provvedimenti di otturazione utilizzati dovranno soddisfare le seguenti prescrizioni :

- dovranno essere tali da non danneggiare meccanicamente, termicamente, chimicamente od elettricamente i materiali delle condutture con cui sono in contatto;
- dovranno permettere gli spostamenti relativi delle condutture dovuti a fenomeni termici senza ridurre la qualità dell'otturazione;
- dovranno avere una stabilità meccanica adeguata per sopportare le sollecitazioni che potrebbero prodursi in seguito a danneggiamenti dei supporti delle condutture causati da un incendio.

Le prescrizioni di cui sopra potranno essere considerate soddisfatte solo se le mensole od i supporti dei cavi saranno stati installati a meno di 750mm dalla barriera tagliafiamma e saranno in grado di sopportare i carichi meccanici che si prevede possano avere a seguito della rottura dei supporti (lato incendio) della barriera in cui avviene l'incendio, in modo che nessuna sollecitazione sia trasferita all'otturazione, oppure se lo stesso sistema di otturazione fornisca un supporto adeguato.

I provvedimenti di otturazione (barriere tagliafiamma) dovranno essere resi ispezionabili al fine di verificare che essi siano realizzati conformemente alle istruzioni di messa in opera; inoltre si richiede che essi risultino sottoposti alle Prove di Tipo relative allo specifico prodotto.

**Diaframma a pannelli resistenti al fuoco**

Particolarmente indicato per la chiusura di varchi in pareti resistenti al fuoco REI 120 - REI 180, interessate da attraversamenti di vie elettriche in fascio o posati su passerelle asolate o canaline in lamiera di acciaio.

Diaframma costituito da due pannelli di lana minerale a basso tenore di leganti organici, dello spessore di 30mm, rivestiti su un lato con strato omogeneo ceramico refrattario parzialmente sublimante.



Le superfici laterali dei pannelli, a contatto con la muratura e con tutti gli elementi attraversanti, dovranno essere incollati con apposito speciale prodotto; i margini e le fessure rimaste tra i singoli elementi dovranno essere sigillati con speciale mastice intumescente.

Dovranno comunque essere rispettate tutte le modalità d'installazione riportate nell'apposita scheda tecnica di prodotto fornita dalla Ditta costruttrice.

Comportamento al fuoco: fisico-chimico; temperatura d'innescò della reazione 100°C.

Diaframma a sacchetti resistenti al fuoco

Particolarmente indicato per la chiusura di varchi in compartimentazioni resistenti al fuoco REI 180, interessati da attraversamenti di vie elettriche in fascio o posati su passerelle asolate o canaline in lamiera di acciaio; dovranno garantire un'ottima compartimentazione anche in caso di aperture con particolari geometrie, difficilmente tamponabili con altri sistemi di protezione passiva.

Dovranno essere facili da posizionare e dovranno consentire rapide operazioni di rimozione, sostituzione o eventuali aggiunte di cavi.

Diaframma costituito da sacchetti in tessuto minerale incombustibile, riempito con miscela di fibre inorganiche e barre termoespandenti. L'alto potere coibente delle fibre inorganiche contenute in ogni singolo sacchetto dovrà consentire di ridurre drasticamente la trasmissione della temperatura nel varco, mentre l'espansione delle barre intumescenti, associata alla perdita per evaporazione di una parte dell'acqua di cristallizzazione dovrà contribuire ad abbassare ulteriormente la temperatura e a consentire la completa sigillatura del varco e delle eventuali fessurazioni conseguenti alla fusione dei cavi elettrici ed alla loro riduzione di volume.

La quantità di sacchetti necessari per il completo tamponamento del varco ed il corretto isolamento, dovrà essere calcolata incrementando del 10% la superficie del varco e dividendola per la superficie di testa del sacchetto.

Dovranno comunque essere rispettate tutte le modalità d'installazione riportate nell'apposita scheda tecnica di prodotto fornita dalla Ditta costruttrice.

Comportamento al fuoco: fisico-chimico.

Collare resistente al fuoco per tubazioni combustibili

Particolarmente indicato per la sigillatura degli attraversamenti di tubazioni combustibili in tecnopolimero (PVC, PE, PP) in elementi di compartimentazione resistenti al fuoco REI 180 – REI 45, costituito da guscio metallico circolare contenente materiale intumescente flessibile.

I collari dovranno essere avvolti intorno alle tubazioni all'interno di ciascun compartimento, sul lato a rischio d'incendio e fissati all'elemento tagliafuoco tramite tasselli metallici ad espansione; nel caso di impiego in solai tagliafuoco, i collari dovranno essere applicati solo a soffitto (intradosso del solaio).

Nel caso di applicazione su elementi di compartimentazione divisorii di due zone a rischio, dovranno essere applicati due collari per ogni attraversamento.

Durante l'esposizione al fuoco dovrà aumentare il suo volume sigillando il varco che si viene a creare a seguito della fusione della tubazione, rendendolo stagno al passaggio di gas e fumi di combustione.

I collari dovranno essere applicati solo quando la corona circolare tra la tubazione e l'elemento tagliafuoco risulta già sigillata con normali tecniche di cantiere o con speciali malte resistenti al fuoco.

Mastice intumescente per sigillatura

Particolarmente indicato per la sigillatura di piccoli varchi e giunzioni in elementi di compartimentazione resistenti al fuoco REI 180, interessati da attraversamenti elettrici e meccanici, realizzato da mastice intumescente, costituito da materiali inorganici autoespandenti ad elevata elasticità; applicabile tramite apposite pistole per silicone su qualunque tipo di supporto.

Durante l'esposizione al fuoco si dovrà espandere formando una schiuma adattabile a qualsiasi forma, in grado di sigillare il varco ed impedire la propagazione di fumi e gas tossici.

Per ottenere una corretta sigillatura, fino a REI 180, dei varchi o giunti dovrà essere applicato uno spessore minimo pari a circa 10mm.

Dovranno comunque essere rispettate tutte le modalità d'installazione riportate nell'apposita scheda tecnica di prodotto fornita dalla Ditta costruttrice.

Comportamento al fuoco: fisico-chimico; temperatura d'innescò della reazione 100°C.

Nastri resistenti al fuoco a base intumescente

Particolarmente adatto in tutte le situazioni in cui esiste una corona circolare non sigillata tra tubazione ed elemento di compartimentazione REI 180 o quando risulta impossibile o difficoltoso l'utilizzo di un classico collare antincendio esterno.

Il nastro resistente al fuoco, a base intumescente, idoneo per la sigillatura di varchi di attraversamento di tubi combustibili (PVC, PE, PP) in elementi di compartimentazione resistenti al fuoco, dovrà essere realizzato in tessuto non combustibile e barre intumescenti di lunghezza adeguata alle tubazioni attraversanti. La corona

circolare esterna dovrà essere successivamente sigillata su entrambi i lati con mastice ceramico di spessore minimo pari a 10mm.

Dovranno comunque essere rispettate tutte le modalità d'installazione riportate nell'apposita scheda tecnica di prodotto fornita dalla Ditta costruttrice.

Comportamento al fuoco: fisico-chimico.

Speciale malta resistente al fuoco

Prodotto costituito da miscela di minerali inerti inorganici di perlite espansa, inalterabile nel tempo, completamente esente da amianto, fenoli, alogeni e sabbia; resistente al fuoco e particolarmente adatta per la chiusura permanente di varchi in elementi di compartimentazione REI 180 interessati da attraversamenti di linee elettriche, in fasci o posati su passerelle, e da tubazioni metalliche.

Per garantire una resistenza al fuoco REI 180 dovrà essere realizzato un diaframma di almeno 150mm di spessore.

Dovranno comunque essere rispettate tutte le modalità d'installazione riportate nell'apposita scheda tecnica di prodotto fornita dalla Ditta costruttrice.

Comportamento al fuoco: fisico-chimico.

### **Art. 117. Cassette e connessioni**

#### **Generalità**

Le cassette dovranno fornire un'adeguata protezione meccanica ed i loro coperchi dovranno essere "saldamente fissati", pertanto dovranno essere installate cassette con coperchio bloccato tramite viti (non è ammesso l'utilizzo dei coperchi ancorati con graffette).

Le cassette di derivazione dovranno essere della medesima natura delle relative tubazioni di adduzione (metalliche od in PVC).

I cavi e le giunzioni, posti all'interno delle cassette non dovranno occupare più del 50% del volume interno alla cassetta stessa.

Le connessioni dei conduttori (giunzioni o derivazioni) dovranno essere eseguite impiegando appositi morsetti isolati a cappuccio (con o senza vite) aventi grado di protezione IP XXB cioè con parti attive compreso il neutro, in servizio ordinario, non accessibile al dito di prova, senza ridurre la sezione dei conduttori e senza lasciare parti conduttrici scoperte; i collegamenti tra conduttori e tra i conduttori e gli altri componenti, dovranno assicurare una continuità elettrica duratura e presentare un'adeguata resistenza meccanica.

Non dovranno essere realizzate derivazioni entro tubazioni, né scatole destinate ad alloggiare prese od organi di interruzione e comando.

Tutte le connessioni dovranno essere accessibili per l'ispezione, le prove e la manutenzione, con l'eccezione dei seguenti casi :

giunzioni di cavi interrati;

giunzioni impregnate con composti o incapsulate.

Le giunzioni di bassa tensione su cavi esterni dovranno essere realizzate tramite kit, per cavi uni/multipolari non schermati, in resina isolata colata.

Sono ammesse dalla Norma le connessioni entro canali, purchè le parti in tensione (attive) siano inaccessibili al dito di prova (grado di protezione IPXXB); tale installazione, tuttavia, non è prevista nella realizzazione del presente intervento.

Le giunzioni dovranno unire cavi delle stesse caratteristiche e dello stesso colore.

E' ammesso l'entra-esce sui morsetti, ad esempio di una presa per alimentarne un'altra, purchè esistano doppi morsetti, o questi siano dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare.

#### **Cassette di derivazione**

Saranno in polietilene antiurto, e dotate di coperchio in PVC autoestinguente fissato con viti.

Le viti dovranno essere rese imperdibili, essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura, etc.). Non sono ammesse viti di tipo autofilettante.

Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che risultino allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti e spigoli dei locali.

Per quanto possibile, si dovrà cercare di unificare i tipi e dimensioni.

Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi o dal fondo delle cassette.

L'ingresso dovrà avvenire esclusivamente attraverso gli indebolimenti sfondabili previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti.

Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non dovrà, pertanto essere superiore a quello delle pretranciature previste dal costruttore.

Le tubazioni dovranno sporgere all'interno della cassetta per circa 5mm, le parti più sporgenti dovranno essere tagliate prima dell'infilaggio dei cavi e dovranno essere opportunamente protette in modo da non essere riempite durante la fase di intonacatura delle pareti.

Setti di separazione fissi dovranno essere previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensione nominali diverse.

In nessun caso le cassette destinate ad un qualsiasi tipo di impianto potranno essere utilizzate per altri impianti.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori dovranno essere eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese interruttori etc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive.

Il serraggio dei conduttori dovrà essere a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature.

Tutte le cassette di derivazione dovranno essere contrassegnate in modo chiaro con le sigle indicate in progetto e/o indicate dalla D.L.; la siglatura dovrà essere fatta impiegando timbri di tipo componibile costituiti da caratteri di almeno 10 mm di altezza ed impiegando inchiostro di tipo indelebile e/o tramite targhette pantografate. Le sigle dovranno essere poste sulla superficie interna del coperchio di ciascuna cassetta nel caso di cassette installate su pareti o superfici da tinteggiare; per tutte le altre, le sigle dovranno essere poste sulla superficie esterna.

Cassette destinate a impianti e/o servizi diversi dovranno riportare le sigle di tutti gli impianti.

Morsetti volanti per cassette di derivazione

I morsetti volanti (singoli, doppi, multipli 3-5 poli) per cassette di derivazione dovranno essere conformi alle Norme CEI 23-20, CEI 23-21, CEI EN 60998-1 e CEI EN 60998-2-1; dovranno essere idonei alle tecniche di cablaggio in campo civile ed industriale (da 0,5 a 150mmq).

Dovranno possedere le seguenti caratteristiche tecniche :

- costruiti in polycarbonato trasparente autoestinguente V0 secondo UL94 (per consentire il controllo visivo della connessione per una maggiore sicurezza ed affidabilità);
- elevata resistenza meccanica ed agli urti anche alle basse temperature (-25°C);
- resistenza al calore 130°C;
- resistenza alla fiamma ed all'accensione secondo IEC 695-2-1, CEI 50-11: idoneità a 850°C alla prova del filo incandescente;
- elevata stabilità dimensionale, ottima resistenza alle correnti striscianti, elevata rigidità dielettrica, ottima resistenza agli agenti chimici ed atmosferici;
- materiale di contatto : ottone OT58, viti o grani in ferro zincato;
- viti inaccessibili ad dito di prova, grado di protezione IP20.

Giunto di linea termoretraibile

Il giunto dovrà essere costituito da guaina termorestringente in poliolefina reticolata ad alto isolamento con mastice sigillante termofondente nella parte interna della guaina, tenuta in batternte d'acqua fino a 100m, idoneo a giunzioni di linea per cavi BT fino a 1KV, utilizzabile per collegamento di pompe sommerse, cavi con isolamento in PVC, gomma, neoprene; adatto per cavi a posa volante, interrata, sommersa e in passerella.

Dovrà essere applicabile utilizzando un cannello a fiamma dolce / phon industriale che permetta il restringimento della guaina, dopo aver effettuato le connessioni; tale operazione dovrà permettere la fusione del mastice interno e la sigillatura delle giunzioni.

Temperatura di funzionamento 90°C, temperatura di c.to c.to 250°C.

N. conduttori x sezione (mmq) : 4x1 – 4x1,5 – 4x2,5 – 4x4 – 4x6 – 4x10 – 4x16.

Giunto di linea in resina colata per cavi ad isolante estruso

Il giunto dovrà essere costituito da muffola in gomma in pezzo unico chiusa da mollette in acciaio inox, separatore di fase interno, resina epossidica bicomponente per l'isolamento elettrico, la tenuta e la protezione meccanica delle connessioni, idoneo a giunzioni di linea per cavi BT fino a 1KV con isolamento in PVC, gomma, gomma/neoprene; adatto per cavi a posa interrata o in passerella.

La giunzione non dovrà richiedere l'uso di attrezzi speciali, né di fonti di calore; dopo la colata della resina sarà necessario attendere la sua polimerizzazione per circa 15-20min. prima di mettere in servizio il cavo.

Temperatura di funzionamento 90°C, temperatura di c.to c.to 250°C.;

Sezioni di cavo : - unipolare 50÷630mmq

- bipolare 6÷240mmq

- tripolare 6÷240mmq
- quadripolare 4÷3½ 240mmq

Rispondenza normativa : CEI 20-33.

Giunto di derivazione in resina colata per cavi ad isolante estruso

Il giunto dovrà essere costituito da muffola in gomma in pezzo unico chiusa da mollette in acciaio inox, connettori, resina epossidica bicomponente per l'isolamento elettrico, la tenuta e la protezione meccanica delle connessioni, idoneo a giunzioni di derivazione per cavi BT fino a 1KV con isolamento in PVC, gomma, gomma/neoprene; adatto per cavi a posa interrata o in passerella.

La giunzione non dovrà richiedere l'uso di attrezzi speciali, né di fonti di calore; dopo la colata della resina sarà necessario attendere la sua polimerizzazione per circa 15-20min. prima di mettere in servizio il cavo.

Temperatura di funzionamento 90°C, temperatura di c.to c.to 250°C.;

Sezioni di cavo : - unipolare 50÷400mmq

- bipolare 6÷120mmq
- tripolare 6÷70mmq
- quadripolare 4÷3½ 70mmq

Rispondenza normativa : CEI 20-33; IEC 502.

Giunto di linea in resina colata per cavi di segnalamento

Il giunto dovrà essere costituito da muffola in gomma in pezzo unico chiusa da mollette in acciaio inox, completa di filo di continuità dell'armatura, resina epossidica bicomponente per l'isolamento elettrico, la tenuta e la protezione meccanica delle connessioni, idoneo a giunzioni di linea per cavi di controllo e segnalamento multipolari isolati in PVC, gomma, neoprene; adatto per cavi a posa interrata o in passerella.

La giunzione non dovrà richiedere l'uso di attrezzi speciali, né di fonti di calore; dopo la colata della resina sarà necessario attendere la sua polimerizzazione per circa 15-20min. prima di mettere in servizio il cavo.

Temperatura di funzionamento 90°C, temperatura di c.to c.to 250°C.;

N. conduttori x sezione (mmq) : 4x1 – 7x1,5 – 8x1 – 12x2,5 – 16x1 – 16x2,5.

Rispondenza normativa : CEI 20-33.

### **Art. 118. Apparecchiature per uso domestico e similare**

Generalità

Si dovranno impiegare serie di apparecchiature provviste di Marchio di Qualità, per esterno e/o incasso con caratteristiche di modularità e compatibilità tali da realizzare quanto previsto nel progetto.

Tali apparecchiature dovranno essere installate a scatto su supporti autoportanti in materiale isolante e coperti da placche in resina o in metallo.

Interruttori di comando manuale

Gli interruttori dovranno essere costruttivamente conformi a quanto prescritto dalla Norma CEI 23-9 e rispondenti alla prova del filo incandescente 850°C.

Caratteristiche tecniche:

- tensione nominale 250Vca
- frequenza nominale 50Hz
- corrente nominale 10/16A
- tensione di prova per 1' 2KV
- grado di protezione IP41
- contatti in lega d'argento
- morsetti nella posizione posteriore per sezione max conduttore 4 mmq
- involucro isolante in policarbonato di tipo chiuso per la totale segregazione delle parti attive
- tasto di superficie elevata per facilitarne la manovra da parte dell'operatore; se richiesto dovrà essere completo di gemma luminosa e/o di elemento indicatore di funzione.

Saranno distinti per tipologia ed esigenze impiantistiche secondo quanto riportato sulle tavole di progetto e nei seguenti tipi :

- a) interruttore : per comando di utenze da un solo punto e ad una posizione del contatto (aperto o chiuso) di tipo unipolare o bipolare;
- b) deviatore : c.s.d. ma per il comando da due punti;
- c) invertitore : c.s.d. ma per il comando da tre punti;
- d) pulsante : potrà essere a tasto, a tirante o a perella ma comunque con ritorno a molla nella posizione originaria dopo il suo azionamento; sarà con contatto NC o NA secondo le esigenze.

Nei circuiti bipolari gli interruttori di comando potranno essere bipolari o unipolari; se unipolari dovranno essere inseriti sul conduttore di fase.

Gli interruttori per le prese "comandate" dovranno avere la stessa corrente nominale delle prese.

#### Interruttori automatici

Gli interruttori automatici di sovracorrente di tipo componibile per usi domestici o simili dovranno essere costruttivamente conformi a quanto prescritto dalle Norme CEI 23-3 e rispondenti alla prova del filo incandescente 850°C.

Caratteristiche tecniche:

- tensione nominale 230Vca
- frequenza nominale 50Hz
- corrente nominale 6A (PI 1,5KA); 10/16A(PI 3KA)
- grado di protezione IP41
- contatti in lega d'argento
- esecuzione bipolare con un polo protetto
- morsetti nella posizione posteriore per sezione max conduttore 4 mmq
- involucro isolante in policarbonato di tipo chiuso per la totale segregazione delle parti attive
- tasto con stampigliatura atta ad indicare la posizione di aperto o chiuso (I-O); apertura automatica a scatto.

La protezione magnetotermica dovrà essere inserita sul conduttore di fase.

#### Interruttori automatici differenziali

Gli interruttori automatici magnetotermici differenziali Salvavita di tipo componibile per usi domestici o simili dovranno essere costruttivamente conformi a quanto prescritto dalle Norme CEI 23-44 e rispondenti alla prova del filo incandescente 850°C.

Caratteristiche tecniche:

- tensione nominale 230Vca
- frequenza nominale 50Hz
- corrente nominale 6A (PI 1,5KA); 10/16A(PI 3KA)
- corrente differenziale 10mA
- grado di protezione IP41
- contatti in lega d'argento
- esecuzione bipolare con un polo protetto
- morsetti nella posizione posteriore per sezione max conduttore 4 mmq
- involucro isolante in policarbonato di tipo chiuso per la totale segregazione delle parti attive
- tasto con stampigliatura atta ad indicare la posizione di aperto o chiuso (I-O); apertura automatica a scatto
- pulsante di test.

La protezione magnetotermica dovrà essere inserita sul conduttore di fase.

#### Prese a spina

Le prese dovranno essere costruttivamente conformi a quanto prescritto dalle Norme CEI 23-5, CEI 23-16, CEI 23-50 e rispondenti alla prova del filo incandescente 850°C.

Caratteristiche tecniche:

- tensione nominale 250Vca
- frequenza nominale 50Hz
- corrente nominale 10/16A
- tensione di prova per 1' 2KV
- grado di protezione IP21
- morsetti nella posizione posteriore per sezione max conduttore 4 mmq
- involucro isolante in policarbonato di tipo chiuso
- alveoli con schermo mobile di sicurezza.

Saranno distinte per tipologia ed esigenze impiantistiche secondo quanto riportato sulle tavole di progetto e nei seguenti tipi :

- presa 2P+T 10A - a poli verticali allineati con terra centrale ed alveoli schermati Ø 4mm interasse 19mm;
- presa 2P+T 16A - a poli verticali allineati con terra centrale ed alveoli schermati Ø 5mm interasse 26mm;
- presa 2P+T 10/16A - a poli verticali allineati con terra centrale e doppi alveoli schermati (presa a ricettività multipla - bipasso) Ø 4mm e Ø 5mm interasse 19mm e 26mm;
- presa 2P+T 10/16A P30 - a poli orizzontali con terra laterale e centrale ed alveoli schermati (UNEL) Ø 5mm interasse 19mm 2 moduli;

Sui circuiti privilegiati (UPS) dovranno essere installate prese di tipo diverso da quelle dei circuiti normali, per evitare di allacciare su tali prese carichi “ordinari”; ad esempio dovranno essere impiegate prese schuko o altre prese di forma particolare.

Si raccomanda che le prese a spina siano installate in modo che l’asse di inserzione risulti orizzontale o prossimo all’orizzontale (CEI 64-8/5 art. 537.5.2); non è ammessa l’installazione di tali apparecchiature su piani orizzontali.

L’asse di inserzione delle prese a spina deve risultare ad un’altezza dal piano di calpestio di almeno 175mm se a parete (sia con montaggio incassato, sia sporgente) o di almeno 70mm se installate su canaletta a battiscopa (CEI 64-8/5 art. 537.5.2).

**Pulsante di sicurezza in cassetta a rottura di vetro**

Dovrà essere costituito da pulsante (dotabile di contatti NO/NC) posto entro contenitore in robusto materiale plastico o in lega leggera pressofusa, provvisto di vetro frangibile antischeggia e di scritta indicatrice in lingua italiana.

Il contenitore potrà essere di tipo sporgente o da semincasso, secondo le necessità di installazione o quanto richiesto; se installato all’esterno dovrà avere grado di protezione non inferiore a IP55.

Dovrà avere caratteristiche che lo contraddistinguono in modo inequivocabile da altri apparecchi di comando e che ne consentano la immediata identificazione a distanza.

Costruttivamente dovrà essere tale da non permettere la segnalazione di allarme senza produrre la frattura del vetro e viceversa che non sia possibile il ripristino senza la sostituzione del vetro o l’ausilio di un attrezzo o di una chiave.

**Accessori per apparecchi componibili**

- telaio: realizzato in materiale plastico autoestinguente con struttura reticolare di irrigidimento per impedire la flessione del supporto porta apparecchi, fori di fissaggio asolati per il corretto allineamento orizzontale, viti a filetto lungo ed a taglio combinato per permettere l’utilizzo di cacciaviti a taglio o a croce, tappi coprivite utilizzabili come sigillo di garanzia antimanomissione dell’impianto realizzato, installazione frontale degli apparecchi per garantire un sicuro bloccaggio ed impedire l’eventuale sgancio dal supporto quando l’apparecchio viene premuto o la spina inserita; modularità : 3 – 4 – 7 posti.

Rispondente alla prova del filo incandescente a 650°C (CEI 23-9).

- placca: realizzata in tecnopolimeri (resina) o in zama colorata, fissata al telaio mediante sistema a scatto, estraibile successivamente solo tramite l’impiego di attrezzo meccanico inserito negli appositi incastri, dimensionata in funzione della modularità del telaio.

Rispondente alla prova del filo incandescente a 650°C (CEI 23-9).

- scatola di contenimento da incasso: realizzata in resina e dotata di prefratture laterali e posteriori Ø 25mm, fissaggio del telaio tramite viti, dimensionamento in funzione della modularità del telaio. Dovrà essere incassata nelle pareti al grezzo prima dell’intonaco, in modo che questa risulti perfettamente a filo della finitura (velo intonaco) onde facilitare il successivo montaggio degli altri componenti.

Rispondente alla prova del filo incandescente a 650°C (CEI 23-9).

- scatola di contenimento da esterno: realizzata in resina termoplastica autoestinguente di colore grigio chiaro, resistente agli urti, costituita da base e coperchio nel quale si inseriscono a scatto dal retro gli apparecchi eventualmente anche precollegati, possibilità di affiancare e sovrapporre più contenitori, fori di fissaggio a parete protetti da canalini a tenuta, modularità 1–2–3 posti, grado di protezione IP40 o IP55 tramite membrana o portello frontale a tenuta d’acqua munito di guaina plastica; predisposta per l’inserimento di:

- condutture in tubo incassato sotto intonaco (ingresso dal fondo-base)
- condutture in tubo a parete Ø20 e Ø16 (ingresso dai quattro lati)
- condutture in cavo con guaina aggraffata a parete (fino a Ø20mm)
- condutture in canalette di resina (20x20mm).

Conforme alla Norme CEI 70-1 e rispondente alla prova del filo incandescente a 850°C (CEI 64-8 e IEC 670 II<sup>a</sup> Ediz.).

## **Art. 119. Corpi illuminanti**

**Generalità**

Come generale indicazione sulla corretta installazione dei corpi illuminanti si conviene che i medesimi dovranno trovarsi trasversalmente ai piani di lavoro, ovvero, paralleli alle aperture di luce naturale (finestre).

Gli apparecchi illuminanti dovranno essere completamente rispondenti alle Norme EN 60598-CEI 34-21 ed avere grado di protezione secondo le Norme EN 60529.

Ciascun apparecchio dovrà essere completo e funzionante in ogni sua parte, caratterizzato da robustezza, precisione di lavorazione e accuratezza di finitura, esente da vibrazioni e rumori dovuti a reattori; equipaggiato con lampade ed integralmente cablato con reattori magnetici o elettronici, provvisto di morsettiera sia per i collegamenti interni, sia per il collegamento ai punti luce predisposti.

Gli involucri metallici e le parti metalliche internamente accessibili per manutenzione dovranno essere collegati in modo permanente e sicuro al morsetto di terra.

Il cablaggio dovrà essere predisposto per alimentazione a 230V 50Hz, con cavetti in rame rigido di sezione non inferiore a 0,50 mmq e guaina di PVC-HT resistente a temperatura di 90°C secondo la Norma CEI 20-20; morsettiera 2P+T per sezione dei conduttori di 2,5 mmq N07V-K.

Il conduttore di protezione dovrà essere contraddistinto da rivestimento isolante giallo-verde.

Tutte le apparecchiature accessorie contenute nell'apparecchio illuminante, quali starter, condensatore, reattore, zoccoli e relativi elementi per l'innesto e l'interconnessione, dovranno risultare facilmente smontabili e sostituibili (l'uso di rivettature o "pinzature" è esplicitamente vietato).

Il cassonetto metallico o in resina, costituente il corpo dell'apparecchio illuminante, dovrà essere corredato di guarnizione elastica di materiale antinvecchiante, posto in adeguata sede, coerentemente al grado di protezione IP prescritto per ciascun tipo di apparecchio.

Anche l'entrata del cavo di alimentazione dovrà corrispondere al grado di protezione IP prescritto.

I cassonetti metallici dovranno essere realizzati con lamiera di acciaio, trattata e preparata, verniciata con polveri poliesteri colore bianco, stabilizzato ai raggi UV, previo trattamento di fosfatazione.

I cassonetti in resina dovranno essere realizzati con l'impiego di policarbonato grigio, infrangibile ed autoestinguente, stabilizzato ai raggi UV, di elevata resistenza meccanica.

L'alimentatore (reattore), convenzionale o elettronico, dovrà essere costruito in conformità alle Norme Vigenti e dovrà portare, fra l'altro, l'indicazione della massima temperatura raggiungibile in condizioni normali e della sovratemperatura che può verificarsi in condizioni anormali di esercizio (corto circuito sullo starter, mancanza del tubo fluorescente, interruzione di un elettrodo, mancato innesco della scarica).

Tutti gli apparecchi dovranno essere costruiti nel rispetto delle Norme o Leggi riguardanti il livello di disturbo elettromagnetico ammissibile.

I condensatori di rifasamento dovranno essere a bassissime perdite, adatti alla elevata temperatura presente nell'apparecchio e dovranno realizzare alla tensione nominale di 230V, il rifasamento a fattore di potenza non inferiore a 0,95.

I fusibili di protezione dovranno essere agevolmente sostituibili, montati su portafusibili fissi; nei corpi illuminanti privi di schermo diffusore è richiesta la diretta accessibilità dei fusibili.

La morsettiera dovrà essere in materiale termoindurente e viti o levette inossidabili per il fissaggio dei componenti e degli eventuali schermi.

Tutti gli apparecchi dovranno essere dotati di accessori, tasselli, staffe, supporti e quant'altro necessario per l'ancoraggio del corpo illuminante a soffitto, controsoffitto, pareti e strutture di qualsiasi natura.

Plafoniera stagna industriale in policarbonato

L'apparecchio dovrà essere di tipo stagno per tubi fluorescenti lineari, idoneo al montaggio singolo o in fila continua, a protezione aumentata (IP65), installabile su canale elettrificato per la formazione di file continue oppure direttamente a soffitto per il montaggio singolo, sia direttamente sia a sospensione tramite fune o catenella; dovrà essere previsto in esecuzione mono o bilampada.

Il corpo dovrà essere in policarbonato grigio, privo di alogeni, completo di portalampade per lampade fluorescenti lineari T26, coppa diffondente in policarbonato rigato ed operato internamente per un migliore controllo della luce emessa, ganci di chiusura in acciaio inox V2A, accessori di montaggio a plafone / canale elettrificato o sospensione in acciaio inox V2A; equipaggiabile con reattore elettromagnetico convenzionale (KVG) o elettronico (EVG).

L'apparecchio dovrà essere completo di morsettiera pentapolare ad innesto rapido, ingresso cavi attraverso due pressacavi per permettere il cablaggio passante.

Caratteristiche tecniche

Grado di protezione IP 65

Classe di isolamento I o II

Marchio F se equipaggiato con reattore elettronico.

Marchiatura CE

Versioni : KVG ed EVG

#### Plafoniera industriale con listello stagno

L'apparecchio dovrà essere di tipo a listello stagno per tubi fluorescenti lineari, idoneo al montaggio singolo o in fila continua, a protezione aumentata (IP65), installabile su binario portante in qualsiasi posizione, su canale elettrificato per la formazione di file continue oppure direttamente a soffitto per il montaggio singolo, sia direttamente sia a sospensione tramite fune o catenella; dovrà essere previsto in esecuzione mono o bilampada.

Il corpo dovrà essere in poliestere rinforzato da fibra di vetro colore beige, privo di alogeni, completo di portalampade per lampade fluorescenti lineari T26, completo di ghiera (diametro 26mm o 37mm), accessori di montaggio a plafone / canale elettrificato o sospensione in acciaio inox V2A; equipaggiabile con reattore elettromagnetico convenzionale (KVG) o elettronico (EVG), su richiesta anche dimmerabili a risparmio di energia.

L'apparecchio dovrà essere completo di morsettiera tripolare a vite, ingresso cavi in scatola di derivazione compresa nell'apparecchio attraverso due pressacavi e predisposto per il cablaggio passante.

Dovrà essere equipaggiabile, se richiesto, con vari riflettori per ottenere diversi risultati illuminotecnici: schermo diffondente in lamiera verniciata elettroforeticamente in colore bianco, ottica a specchio a fascio diffondente, ottica a fascio stretto ed ottica a fascio strettissimo per illuminazione di ambienti di altezza considerevole.

La protezione meccanica dei tubi fluorescenti dovrà essere permessa tramite l'installazione di tubi in vetro borosilicato oppure in policarbonato, fissati tramite ghiera Ø 37mm.

Caratteristiche tecniche

Grado di protezione IP 65

Classe di isolamento II

Marchio F se equipaggiato con reattore elettronico e dotato di tubo di protezione

Marchiatura CE

Versioni : KVG ed EVG

#### Plafoniera industriale singola o per file continue

L'apparecchio dovrà essere di tipo a listello per tubi fluorescenti lineari, idoneo al montaggio singolo o in fila continua, grado di protezione IP40 o protezione aumentata IP50, installabile su binario portante in qualsiasi posizione, su canale elettrificato per la formazione di file continue oppure su piastra di fissaggio per il montaggio singolo a soffitto, sia direttamente sia a sospensione tramite fune o catenella; dovrà essere previsto in esecuzione mono o bilampada.

Il corpo dovrà essere in lamiera profilata, preverniciata con resine di poliestere, colore bianco, completo di portalampade per lampade fluorescenti lineari T16, completo di ghiera, accessori di montaggio a plafone / canale elettrificato o sospensione in acciaio inox V2A; equipaggiabile con reattore elettromagnetico convenzionale (KVG) o elettronico (EVG), su richiesta anche dimmerabili a risparmio di energia.

Il listello dovrà essere adatto per montaggio in file continue oppure come elemento singolo; nel caso di montaggio in fila continua dovrà essere fornito un binario elettrificato in lamiera preverniciata in resine poliestere di colore bianco, disponibile in diverse lunghezze, mentre per il montaggio singolo dovrà essere fornita un'apposita piastra di montaggio.

Dovrà essere equipaggiabile con vari riflettori per ottenere diversi risultati illuminotecnici: schermo diffondente in lamiera verniciata elettroforeticamente in colore bianco, schermo a lamelle in lamiera verniciata elettroforeticamente in colore bianco, schermo a lamelle di alluminio satinato o brillantato, completi di relativi giunti di collegamento e testate di chiusura per ottenere un sistema organicamente rifinito in ogni suo elemento.

La protezione meccanica dei tubi fluorescenti dovrà essere permessa tramite l'installazione di tubi in vetro borosilicato oppure in policarbonato, fissati tramite ghiera.

Caratteristiche tecniche

Grado di protezione IP 40 o IP 50

Classe di isolamento I

Marchio FF se equipaggiato con reattore elettronico e dotato di tubo di protezione

Marchiatura CE

Versioni : KVG ed EVG

#### Apparecchio illuminante ATEX

corpo in policarbonato anti UV da 3,5mm di spessore,, rifinitura in ABS con trattamento antistatico Novodur P2HT

riflettore in alluminio speculare;

grado di protezione IP68 che garantisce protezione totale contro la penetrazione di polveri e dell'acqua in caso di immersione prolungata;



protezione contro gli impatti IK10;  
specificatamente progettato per Zone 2 e 22 (antiscintilla) a norma ATEX, idoneo per l'installazione in luoghi in cui si potrebbe verificare, sporadicamente e mai in condizioni normali di servizio, la presenza di gas o polveri potenzialmente esplosivi;  
Isolamento elettrico Classe I;  
temperatura di esercizio da -15°C a +55°C;  
prova del filo incandescente 960°C.  
kit di emergenza che permetta di convertire una luminaria fluorescente in una luminaria di emergenza;  
l'autonomia ed il flusso luminoso in emergenza si devono adattare automaticamente in funzione della potenza del tubo installato e del selettore di potenza del gruppo.

#### Lampada tubolare

corpo in metacrilato spess. 5mm, diam. est. 60mm, diam. int. 50mm, trasparenza 99%, co caratteristiche meccaniche inalterate da -20°C a +110°C, completamente autoestinguente;  
tappi di chiusura in poliammide caricata con fibra di vetro, completi di guarnizioni O-Ring in gomma NBR (50Sh) che si dilatano, al serraggio delle 3 viti Inox, per comprimersi contro le pareti interne del tubo acrilico ed assicurare il grado di protezione IP67;  
pressacavo a vite M16x1,5 chiave 19mm, in poliammide, con guarnizione NBR, con grado di protezione IP68;  
alimentatore elettronico 24V 50-60Hz;  
lampada fluorescente T8 tipo lineare 58W (5000lm)  
grado di protezione IP67  
dimensioni d'ingombro : 1826 x Ø 62mm.

#### Proiettore a LED diffondente

corpo/telaio in alluminio pressofuso con alette di raffreddamento;  
diffusore in vetro temperato spess. 4mm, resistente agli shock termici ed agli urti (UNI-EN 12150-1 : 2001);  
verniciatura in diverse fasi: ad immersione per cataforesi epossidica grigia per la resistenza alla corrosione ed alle nebbie saline, seconda mano di finitura con resina acrilica ecologica stabilizzata ai raggi UV.  
dotazioni: dispositivo di controllo della temperatura all'interno dell'apparecchio con ripristino automatico  
riflettore in alluminio pre-anodizzato;  
LED con Potenza totale 67W, 4000K, 7500lm, CRI 80;  
grado di protezione IP66 IK08, fattore di potenza >0,9;  
dimensioni ingombro LxHxP=428x255x65mm

#### Lampade di emergenza SE ed SA da esterno e da incasso

Le lampade dovranno essere complete di modulo d'emergenza di tipo non permanente (SE) o di tipo permanente (SA) ed essere dotate di dispositivo di autodiagnosi.

La lampada dovrà essere in grado di eseguire test periodici sia di funzionamento (cadenza settimanale), che di autonomia (cadenza semestrale), segnalandone lo stato tramite LED multicolore.

Dovranno avere corpo e riflettore in materiale plastico autoestinguente rispondente alle norme UL94.

La forma del riflettore dovrà contribuire all'ottimizzazione del flusso luminoso emesso.

Il diffusore dovrà essere in materiale plastico autoestinguente rispondente alle norme UL94, ad elevata resistenza e trasparenza, con prismatura interna e superficie esterna liscia per facilitarne la pulizia.

Dovranno essere adatte per l'installazione su superfici normalmente infiammabili (F) ed idonee per ambienti AD\FT.

Dovranno essere complete di etichetta per segnaletica, pressatubo PG16 – PG20.

#### Caratteristiche tecniche

Applicazioni: parete, soffitto, bandiera

Potenza: 1x24W – 1x18W – 2x18W – 1x8W

Grado di protezione: IP40 / IP65

Isolamento elettrico: (classe) II

Conformità: EN 60598-1 (CEI 34-21); EN60598-2-22 (CEI 34-22); CE

Alimentazione: 230V 50Hz

Autonomia min: 1h

Autonomia dopo 12 ore di ricarica: 1h

Tempo di intervento: 500 msec

Batteria: Pb 6V 5Ah ermetica riconoscibile.

#### Elettrinverter

L'Elettrinverter, dovrà essere idoneo all'installazione in plafoniere fluorescenti, per illuminazione ordinaria, implementate dal costruttore dell'apparecchio illuminante in lampade d'emergenza. L'elettroinverter non potrà essere installato dall'elettricista, tramite un'operazione artigianale, all'interno degli apparecchi d'illuminazione ordinari, in quanto, l'apparecchio contenente l'elettroinverter, dovrà essere certificato dal costruttore.

L'elettroinverter dovrà essere idoneo alla gestione ed all'alimentazione di tubi fluorescenti da 18 a 58 Watt.

Dovrà essere in grado di eseguire test periodici sia di funzionamento (cadenza settimanale), che di autonomia (cadenza semestrale), segnalandone lo stato tramite LED multicolore Autonomia variabile da 1 a 2,5 ore e resa in emergenza variabile da 17 a 30 %, in funzione del carico collegato.

#### Caratteristiche

Conformità: EN 60598-1 (CEI 34-21); EN60598-2-22 (CEI 34-22); CE

Peso (kg.): 1.6

Dimensioni (L x B x H mm.): 223 x 40 x 36

Alimentazione (V): 230 V 50 Hz

Tempo di ricarica (h): 24

Assorbimento (VA): 7

Tempo di intervento (msec.): 500

Batteria: NiCd 5x1.2V 4Ah

### **Art. 120. Impianto di allarme antintrusione**

Dovrà essere rispettato nel modo più rigoroso la separazione di tale impianto dagli impianti di energia.

#### Centrale Antintrusione ad Indirizzamento

La centrale dovrà configurarsi come l'unità di comando e controllo del sistema protezione antintrusione e dovrà essere così costituita:

- Centrale in contenitore metallico autoprotetto, tipo black-box.
- Terminale principale di comando dotato di display alfanumerico e tastiera funzionale
- Elementi di indirizzamento multiplo (concentratori)
- Pannelli di comando principale od ausiliario a semplice operatività

La centrale od unità di comando e controllo dovrà risultare di elevata versatilità e di valida applicazione per sistemi di protezione contro le intrusioni di medie e piccole dimensioni.

La centrale dovrà essere di tecnologia micro computer innovativa, con funzionamento real-time e con controllo continuo del gruppo di auto alimentazione.

La tecnica di indirizzamento, che dovrà essere realizzabile attraverso l'utilizzo di elementi di indirizzamento, dovrà consentire un minor dispendio nella stesura delle linee di collegamento dei vari dispositivi di sistema (rivelatori e terminali di comando e controllo) grazie a:

bus di comunicazione universale per la connessione terminali operativi;

linea di segnalazione rivelatori per il collegamento di: elementi di indirizzamento e di pannelli di comando e controllo dalla semplificata operatività.

Il comando ed il controllo del sistema dovranno essere consentiti su differenti livelli di accesso e resi disponibili tramite terminali di comando; la abilitazione degli stessi dovrà poter avvenire attraverso l'utilizzo di una chiave di abilitazione, con codice di identificazione dell'operatore (PIN) o per combinazione delle due (chiave/codice). Verranno richiesti almeno 10 differenti codici di identificazione (passwords) a cui andrà assegnato un profilo di operatività; la centrale dovrà consentire almeno 8 profili di operatività che consentano differente interazione con il sistema. Dovrà essere altresì possibile utilizzare pannelli ausiliari di comando e controllo ad operatività semplice (da collegarsi sulla linea di segnalazione/rivelazione).

La centrale dovrà poter memorizzare almeno gli ultimi 500 eventi.

La messaggistica prodotta dalla centrale a corredo dell'allarme dovrà essere programmabile.

La programmazione della centrale dovrà essere effettuabile mediante personal computer o tastiera LCD, con software applicativo dedicato per la configurazione di sistema e per la definizione dei testi utilizzatore da presentare sul display del terminale di comando e controllo principale.

#### Dati di base

La centrale, costituita da singola scheda, dovrà essere del tipo a configurazione ad indirizzamento individuale con:

almeno una linea di segnalazione (rivelazione) a bus parallelo (espandibile sino ad 4 con schede opzionali); organizzazione d'allarme separata per 464 indirizzi operabilità differenziata (inserimento/disinserimento) di massimo 16x8 sezioni d'impianto (Aree x Stanze);

le linee di rivelazione dovranno poter collegare fisicamente sino a 112 elementi di indirizzamento multipli (questi ultimi dotati di 4 indirizzi rivelatori) in grado di rilevare informazioni differenziate di allarme, manomissione, taglio e corto linea.

La centrale dovrà rendere disponibili 4 uscite relè d'allarme per il comando di attuatori ottico-acustici e di 8 uscite programmabili di tipo open collector per la trasmissione remota.

Le uscite per il comando degli attuatori e la trasmissione remota dovranno essere attribuibili ad eventi di allarme secondo una lista pre programmata di varianti di abbinamento delle stesse.

La centrale dovrà segnalare i tentativi di manomissione provvedendo al:

controllo del tentativo di apertura dell'armadio della centrale;

controllo della linea di trasmissione dati;

controllo continuo dei loop d'allarme.

La centrale dovrà essere di elevata immunità a perturbazioni ambientali, alle interferenze di carattere elettromagnetico e dotata di protezione contro sovratensioni sull'alimentazione e linee di segnalazione. La centrale dovrà poter prevedere operazioni di inserimento/disinserimento automatico dell'impianto.

Sono richieste le seguenti caratteristiche funzionali:

- almeno 20 canali di tempo indipendenti programmabili di tipo software

- possibilità di gestione automatica (inserimento/disinserimento automatico) per ciascuno dei 20 canali di tempo

- possibilità di gestione semi automatica (inserimento automatico /abilitazione al disinserimento manuale per ciascuno dei 20 canali)

- gestione delle festività

- gestione delle ferie

- possibilità di richiesta di effettuazione di straordinario (ritardo all'inserimento) con tempo programmabile sino a 4 ore e richiedibile secondo programmazione da una a tre volte

- possibilità di richiesta della funzione "EVITA CALENDARIO" (Sciopero, festività non programmate, ...)

- allarme per "disinserimento forzato"

La centrale, quale funzione ausiliaria, dovrà inoltre poter gestire linee incendio di tipo collettivo e/o pulsanti di segnalazione incendio. Tale gestione dovrà avvenire attraverso opportuna elettronica di interfaccia collegata all'elemento di indirizzamento.

Terminale di comando e controllo

Il terminale di comando e controllo principale dovrà essere collegato direttamente alla centrale di valutazione attraverso il bus di rivelazione o mediante l'opzionale interfaccia di comunicazione bus E-BUS

Il terminale dovrà essere dotato di un display LCD alfanumerico per l'indicazione in chiaro su due righe, ciascuna di 16 caratteri, degli eventi.

Il display di visualizzazione dovrà essere del tipo retroilluminato.

Il terminale dovrà essere altresì dotato di indicatori LED per informazioni generali sullo stato operativo della centrale.

Ed in particolare:

Allarme di effrazione

Guasto

Presenza Rete

Zona aperta

Impianto Inserito

La tastiera del terminale dovrà essere dotata di tasti funzione contrassegnati da simboli di facile lettura per una diretta operabilità sulle principali funzioni della centrale, ed in particolare per:

Inserimento Parziale

Inserimento Totale

Visualizzazione informazioni

Accesso al menù

la funzionalità di scroll degli eventi/comandi visualizzati sul display

Sono richiesti 100 differenti codici di abilitazione suddivisibili in almeno 8 profili differenti di utilizzatore.

Dovrà essere possibile collegare sulla linea dati almeno due terminali di comando e controllo principale.

Rivelatore a tecnologia combinata a valutazione multidimensionale dotato di funzione antimascheramento

Dovrà essere fornito un rivelatore a tecnologia combinata di rivelazione con logica MATCHTEC, risultato della combinazione di un rivelatore attivo ad ultrasuoni ed un rivelatore passivo ad infrarossi, dotato di microprocessore per la valutazione dei segnali ed in grado di mantenere il tasso degli allarmi spuri molto basso, pur conservando alta la probabilità di rivelazione.

Il rivelatore dovrà pertanto utilizzare per la rivelazione due differenti principi di funzionamento e dovrà essere in grado di confrontare ciò che vede ( infrarossi passivi) con ciò che sente (ultrasuoni) e di effettuare una valutazione multidimensionale e parametrizzata dei segnali che riceverà. L'analisi dei segnali e la valutazione delle informazioni, che verranno ricavate dalla forma piuttosto che dalla loro ampiezza, verrà realizzato dal microprocessore a bordo del rivelatore. In pratica, nel caso in cui uno qualsiasi dei criteri che il rivelatore starà valutando fosse sufficiente per segnalare che sta succedendo qualcosa, si dovrà aprire una finestra temporale durante la quale si avrà la valutazione ed il controllo degli altri parametri percepiti per convalidare o meno la presenza di un intruso. L'analisi e parametrizzazione delle differenti informazioni rilevabili dal sensore dovrà consentire altresì di mantenere elevata sensibilità sull'intero campo di sorveglianza e di avvalersi pertanto di una alta probabilità di rivelazione. Il rivelatore dovrà essere dotato inoltre di funzione anti mascheramento. L'anti mascheramento dovrà espletarsi attraverso due test attivi; il primo test dovrà consentire, attraverso un opportuno emettitore ad ultrasuono, di sorvegliare l'area in prossimità del rivelatore mentre il secondo test dovrà provvedere a sorvegliare lo schermo della parte di rivelazione ad infrarossi passivi. La particolarità dei test dovrà consentire la rivelazione dei tentativi di mascheramento del rivelatore operati utilizzando spray, fogli per trasparenti, scatole di cartone, ecc. Dovrà avere un'alimentazione a 12Vdc, dovrà funzionare in un range di temperature comprese tra -20°C e +50°C, avere un'ottica a specchio con 18 zone su 4 piani per la sezione infrarosso e avere una portata della sezione ultrasuoni fino a 18mt.

#### Sirena Interna antintrusione

Sirena piezoelettronica da interno in contenitore plastico colore avorio autoprotetto contro l'apertura e il distacco. La sirena dovrà essere installata all'interno dei locali protetti dal sistema antintrusione e dovrà attivarsi ad impianto inserito al momento del verificarsi di un'effrazione. La durata dell'attivazione della sirena dovrà essere impostabile direttamente dalla centrale antintrusione e dovrà disattivarsi al momento del disinserimento dell'impianto. Il suono emesso dalla sirena sarà di tipo modulato con una pressione sonora di 98dB.

La sirena si dovrà collegare direttamente alla scheda madre della centrale antintrusione tramite cavo multipolare 2x0,5mmq +4x0,22mmq.

#### Caratteristiche

Grado di protezione IP30

Alimentazione 13.8 Vcc.

Assorbimento 110 mA.

Peso 100g.

#### Sirena Esterna Antintrusione

Sirena per esterno autoalimentata con lampeggiante e dispositivo antischiama. Dovrà essere realizzata in contenitore metallico e dotata di protezione antiapertura e antistrappo, con possibilità di alloggiare una batteria interna da 2Ah 12Vcc. Il lampeggiante integrato sarà allo xenon con comando distinto dal sonoro. Autotest programmabile. Il suono emesso dalla sirena sarà di tipo modulato con potenza sonora di 104 dB a 3 metri.

La sirena dovrà essere installata su una delle pareti esterne dei locali protetti dal sistema antintrusione e dovrà attivarsi ad impianto inserito al momento del verificarsi di un'effrazione. La durata dell'attivazione della sirena dovrà essere impostabile direttamente dalla centrale antintrusione e dovrà disattivarsi al momento del disinserimento dell'impianto. In ogni caso la durata dell'attivazione della sirena non dovrà superare i 3 minuti.

La sirena si collegherà direttamente alla scheda madre della centrale antintrusione tramite cavo multipolare 2x0,5mmq +4x0,22mmq.

#### Combinatore Telefonico GSM e PSTN

Combinatore a sintesi vocale GSM+PSTN dovrà essere con priorità programmabile e possibilità di gestire fino a 8 numeri telefonici programmabili, 6 messaggi registrabili su memoria non volatile (4 messaggi di allarme, 1 messaggio comune, 1 messaggio di attesa), 4 ingressi, 1 e 2 allarme generico, ingresso 3 allarme generico / controllo Batteria Bassa, ingresso 4 allarme generico/controllo presenza rete 230V. Uscita segnalazione guasto: linea PSTN - GSM - mancanza rete/batteria bassa. Il combinatore dovrà offrire la possibilità di interrompere le chiamate da remoto attraverso codici DTMF, o tramite ingresso di abilitazione. Dotato di possibilità di associare liberamente i numeri telefonici con i messaggi di allarme. Completo di 2 batterie tampone da 6Vcc 1,2Ah. Memoria eventi non volatile Programmazione tramite tastiera e display LCD con codice di accesso tecnico e utente. Funzioni di telecomando, invio messaggi SMS, CONTACT ID. (Esclusa SIM-Card).

Il combinatore dovrà essere interfacciato alla centrale antintrusione che alla per la remotizzazione degli allarmi presso l'istituto di competenza.

#### **Art. 121. Equipotenzialita'**

A protezione delle tensioni di contatto dovrà essere previsto un sistema di collegamenti equipotenziali principali e supplementari su collettori equipotenziali, ai quali dovranno essere collegate indistintamente tutte le masse dell'edificio, e più precisamente: le tubazioni dell'impianto di riscaldamento, dell'impianto idrico e del gas, le tubazioni metalliche protettive dell'impianto elettrico, gli involucri metallici delle apparecchiature elettriche fisse nonché eventuali strutture edili in acciaio o ferro.

In quest'ultimo caso si dovrà operare all'asportazione del cemento o intonaco protettivo delle strutture al fine di provvedere alla pulitura della struttura metallica per realizzare un sicuro ed affidabile contatto elettrico; a collegamento effettuato si dovrà risigillare con opportuni cementi.

I collegamenti equipotenziali principali dovranno fare capo al collettore principale di terra se unico o a quello di maggiore prossimità se ve n'è più di uno.

Tali collegamenti dovranno :

- nel limite del possibile, avere percorsi brevi ed essere sottratti a sforzi meccanici;
- essere di sezione non inferiore ai minimi valori prescritti al punto 2.5.3 della Guida;
- essere collegati alle tubazioni mediante appositi morsetti a stringere;
- collegare le tubazioni dell'acqua o del gas nei tratti di proprietà dell'utente.

#### **Art. 122. Impianti di terra**

L'impianto di terra dovrà essere realizzato in conformità a quanto previsto dalla Norma CEI 11-1, CEI 64-8 e dalla Guida CEI 64-12 ed eseguito con componenti (materiali e sezioni) definiti nel Capitolo 2.

In linea di principio si ammette di poter utilizzare, come elementi di fatto del dispersore, i ferri dell'armatura del calcestruzzo armato che diventano adatti e permangono tali per effetto dell'umidità assorbita dal manufatto cementizio.

Nella scelta dei materiali costituenti il dispersore, ai fini di limitare gli effetti della corrosione, si dovranno usare preferibilmente materiali omogenei, ma in particolare vicini nella scala di nobiltà; questa precauzione deve essere osservata anche per i dispersori di fatto.

Se il dispersore deve essere collegato ad altri elementi metallici a diretto contatto con il terreno si dovranno valutare le relative compatibilità.

Dovranno essere limitati i rischi di corrosione localizzata sulle superfici di contatto delle giunzioni intervenendo come di seguito indicato:

- a) evitare il contatto con l'ambiente umido proteggendo la giunzione con nastri vulcanizzanti, vernici bituminose, etc;
- b) limitare le coppie elettrochimiche utilizzando materiali omogenei per morsetti quando si collegano conduttori dello stesso metallo;
- c) utilizzare, quando invece si debbano collegare conduttori di metalli diversi, morsetti di materiali avente potenziale elettrochimico intermedio fra i conduttori ed evitare il contatto diretto fra i due metalli.

Nel caso di installazione di dispersori ad elementi intenzionali potranno essere utilizzati sia elementi verticali che orizzontali con dimensioni indicate nella tabella al punto 2.5.1 della Guida.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta degli elementi verticali, preferendo quelli senza manicotto sporgente con accoppiamento filettato o quelli con innesto autoforzante non sporgente.

Nell'operazione di conficcamento nel terreno dovranno essere evitati mezzi o sforzi che deformino apprezzabilmente la verticalità dell'elemento, ne danneggino l'estremità superiore e ne deteriorino il rivestimento protettivo.

Nel riempimento di scavi per la copertura dei dispersori, si deve evitare che materiali di scarto (inquinanti) finiscano a contatto col dispersore; è auspicabile che il materiale di riempimento sia il medesimo o simile a quello dello scavo.

In terreni molto ghiaiosi o rocciosi, ove l'infissione di dispersori verticali può provocare forti abrasioni, l'uso di dispersori ramati richiede particolari precauzioni.

I dispersori infissi nel terreno dovranno essere resi ispezionabili e sezionabili; verranno collocati all'interno di pozzetti con chiusino e lapidino.

Il collegamento in parallelo tra i vari dispersori dovrà essere realizzato con corda di rame di adeguata sezione, posata su canalizzazione underground ad una profondità non inferiore a 50 cm.

### **Art. 123. Opere edili**

Le opere edili comprese nel presente appalto, a carico della Ditta installatrice degli impianti elettrici e speciali, dovranno essere tutte quelle occorrenti alla realizzazione degli impianti sottotraccia e/o sottopavimento all'interno dell'edificio.

Si intendono compresi tutti gli oneri occorrenti alla demolizione in breccia su pareti in muratura, di qualsiasi spessore e consistenza, e su solai; tali opere dovranno essere dimensionate in modo tale che le canalizzazioni posate al loro interno possano essere realizzate secondo le prescrizioni del capitolo "Canalizzazioni e tubazioni portacavi" del presente C.S.A.

Le opere edili, per la realizzazione di quanto sopra descritto dovranno essere comprensive di:

ponteggi provvisionali;

segnatura;

apertura di tracce, sfondi, carotaggi ed eventuali tagli di travetti in C.A.P. a parete e/o pavimento (in accordo con la D.L.), realizzati a mano o con l'uso di martelli elettrici e/o pneumatici;

formazione di architravature e puntellature provvisionali;

riquadratura delle mazzette e formazione di eventuali sguanci;

ripresa delle tracce a parete, tramite intonaco civile per interni in malta premiscelata a base di cemento, completo di arriccio e frattatura, escluso esecuzione di velo finale;

carico e scaricamento dei materiali di risulta fino a luogo di carico organizzato dalla D.L. in cantiere;

carico e trasporto a scarica;

accatastamento in cantiere dei materiali ritenuti riutilizzabili dalla D.L.

### **Art. 124. Scavi in genere**

Gli scavi in genere, per qualsiasi lavoro, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque correnti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nelle cavità.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o ritenute inadatte, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto o fuori della sede del cantiere, o ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese, qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere depositate in un luogo adatto, accettato dalla Direzione dei Lavori per essere poi riprese a tempo opportuno.

In ogni caso, le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

La Direzione dei Lavori potrà far asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Nell'esecuzione degli scavi si dovrà procedere alla rimozione di qualunque cosa possa creare impedimenti o pericolo per le opere da eseguire, le sezioni degli scavi dovranno essere tali da impedire frane o smottamenti e si dovranno approntare le opere necessarie per evitare allagamenti e danneggiamenti dei lavori eseguiti.

Nel prezzo dello scavo a larga sezione obbligata si intende compreso il compenso per l'esecuzione preliminare di taglio su manto stradale e trattamento di pulizia dei terreni vegetali con eventuale presenza di piante infestanti ove dovrà essere eseguito un taglio raso terra della vegetazione di qualsiasi essenza e più precisamente erbacea, arbustiva e legnosa da eseguire includendo anche il trasporto a scarica.

### **Art. 125. Scavi per tubazioni e rinterri relativi**

Le fosse entro le quali verranno adagiati i tubi avranno generalmente le profondità (misurate normalmente alla superficie del suolo) e le larghezze ordinate dal Direttore dei Lavori.

Ogni maggior volume di scavo, oltre a quello risultante dalle indicazioni assegnate, sarà a totale carico dell'Impresa se dalla medesima è stato effettuato senza un preciso ordine della Direzione dei Lavori.

Se non diversamente indicato dalla D.L., gli scavi per tubazioni saranno di norma computati assumendo come larghezza del fondo di scavo quella ottenuta aggiungendo 20cm al diametro del tubo (o dei tubi) da alloggiare nello scavo. A titolo esemplificativo si riassumono le larghezze delle sezioni di scavo da effettuare in rapporto alle tubazioni da interrare:

di diametro tubazioni	larghezza fondo scavo
Ø da 110 fino a 200mm	40cm
Ø 300mm	50cm
polifora 2x110mm	50cm
polifora 2x160mm	60cm

Gli scavi da eseguire dovranno essere tenuti aperti il minor tempo possibile.

Nel caso di scavi da eseguire su viabilità l'impresa dovrà provvedere ai necessari puntellamenti, ai ripari, agli sbatacchiamenti ed ai passaggi provvisori con tavolame od altri elementi metallici, per assicurare la libera circolazione ai pedoni ed agli autoveicoli.

Per gli oneri derivanti dall'osservanza delle precedenti prescrizioni l'Appaltatore non avrà diritto a compensi speciali.

Nei prezzi degli scavi sono compresi, oltre a quanto già esposto, lo spianamento del fondo, l'eventuale taglio degli alberi ed arbusti e la sterpatura lungo la striscia ove ricadono gli scavi, lo sgombrò delle materie che eventualmente franassero entro gli scavi, gli eventuali esaurimenti di acqua comune proveniente sia durante l'esecuzione degli scavi, sia durante la posa in sito delle tubazioni, le sbadacchiature, le nicchie necessarie per il montaggio della nuova condotta, il riempimento degli scavi, il trasporto a rifiuto delle materie di scavo eventualmente risultanti.

Il fondo dello scavo sarà accuratamente livellato in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti, ed in modo che il tubo da posarsi sopra possa combaciarsi con tutta la sua lunghezza.

Prima della posa in opera delle tubazioni, ove prescritto dalla D.L., sarà steso sul fondo del cavo uno strato di sabbia dello spessore di circa 3 cm, sul quale verrà posto il tubo che potrà venir poi ricoperto dallo stesso materiale per uno spessore di almeno 3 cm misurati alla generatrice superiore di esso.

La spesa per tali oneri e per eventuali sbatacchi, aggettamenti di qualunque entità, sorveglianza e conservazione degli scavi fino all'epoca del ricoprimento (che verrà indicata dalla D.L.) saranno a totale carico dell'Impresa.

Nel riempimento dei cavi dovranno usarsi tutte le cautele necessarie per non danneggiare le tubazioni poste in opera e, comunque, prima di dar inizio al riempimento di un tratto di fossa per tubazioni, dovrà risultare ultimata la prova di pressione delle medesime regolarmente controllate da personale incaricato dalla D.L..

Il riempimento degli scavi dovrà essere eseguito a strati dell'altezza di circa 25cm, pigiati regolarmente strato per strato in modo da ottenere un perfetto assodamento.

Il materiale esuberante dopo aver eseguito il riempimento potrà, ove possibile, essere disposto nella zona occupata dai cavi, in modo da formarvi un rilevato regolare.

L'impresa provvederà altresì senza alcun compenso a quei lavori che anche più volte, e fino a collaudo definitivo, si rendessero necessari per ottenere una perfetta regolarità nei tratti ricadenti su strada.

Quando a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori la terra di riempimento avrà raggiunto un assetto stabile, tutto il materiale che risulterà esuberante dovrà essere trasportato a rifiuto ai pubblici scarichi, qualunque sia la distanza alla quale le materie stesse dovranno essere trasportate.

Lungo la strada pubblica, durante l'esecuzione dei lavori per l'apertura dei cavi, fino a che questi resteranno aperti, l'Appaltatore dovrà mantenere libero e sicuro il transito dei pedoni e veicoli, e perciò dovrà evitare di disporre le terre in deposito in modo da non ingombrare la sede stradale, formando con legname una barriera lungo il ciglio dello scavo.

A sua cura e spese dovrà pure mantenere libera da terra e da ogni qualsiasi ingombro (fatta eccezione per i ponteggi, la gru, la recinzione della zona interessata dai lavori) la zona stradale che durante i lavori resterà riservata al pubblico transito, e nella notte saranno accesi fanali lungo gli scavi aperti.

L'Appaltatore dovrà inoltre ottemperare in tutto ad ogni prescrizione che gli venga data sia dalla D.L., sia dagli Enti cui le strade appartengono, per garantire la sicurezza del pubblico transito lungo la via durante il tempo che gli scavi resteranno aperti.

Qualora, durante i lavori, si intersechino dei servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili nonchè manufatti in genere), saranno a carico della Stazione Appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti di tali servizi che, a giudizio della D.L., risultino strettamente indispensabili.

Tutti gli oneri che l'Impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'Elenco per l'esecuzione degli scavi.

Ai ripristini stradali si dovrà, di norma, dar corso una volta acquisita sufficiente certezza dell'avvenuto definitivo assestamento dei reinterri.

Indipendentemente dalle modalità esecutive attuate o prescritte, l'Appaltatore è l'unico responsabile della perfetta riuscita delle canalizzazioni underground; pertanto, eventuali anomalie e difetti che avessero a verificarsi, anche successivamente ad un favorevole collaudo (ad esempio: durante l'infilaggio dei cavi degli impianti elettrici e speciali, ecc.), dovranno sempre essere eliminati a sue cure spese, essendo tali carenze da considerare ad ogni effetto quali vizi occulti di cui agli artt. 1667 e 1669 C.C..

L'Appaltatore dovrà provvedere con diligenza a sue cure spese, salvo casi speciali stabiliti di volta in volta dalla D.L., ad assicurare il deflusso delle acque comunque interferenti coi lavori.

A tal fine dovranno, se del caso, essere realizzati idonei canali, da mantenere convenientemente spurgati, lungo i quali far defluire le acque fino al luogo di smaltimento evitando in tal modo l'allagamento degli scavi.

Non appena realizzate le opere, l'Appaltatore dovrà, sempre a sue cure spese, provvedere con tutta sollecitudine a riattivare l'originario percorso di deflusso delle acque, eliminando i canali provvisori e ponendo in pristino il terreno interessato dagli stessi.

L'appaltatore dovrà curare che, per effetto delle opere di convogliamento e smaltimento delle acque, non derivino danni ai terzi; in ogni caso egli è tenuto a sollevare la Stazione Appaltante da ogni spesa per compensi che dovessero essere pagati e liti che avessero da insorgere.

#### **Art. 126. Pozzetti in muratura con chiusino in ghisa**

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni allegati. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni :

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- formazione di platea in calcestruzzo dosato 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 interna ed esterna con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente lisciato;
- fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa con doppia chiusura a "quadrello", completo di telaio, per traffico pesante incontrollato D400 (400KN);
- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati; trasporto alla discarica del materiale eccedente.

E' consentita in alternativa, e compensato con lo stesso prezzo, l'esecuzione in calcestruzzo delle pareti laterali dei pozzetti interrati con chiusino in ghisa. Lo spessore delle pareti e le modalità di esecuzione dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione Lavori.

#### **Art. 127. Pozzetti prefabbricati interrati**

E' previsto inoltre l'impiego di pozzetti prefabbricati interrati, comprendenti un elemento a cassa, con foro di drenaggio e coperchio removibile. Detto manufatto, di calcestruzzo vibrato, avrà sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

Le caratteristiche dimensionali, nonché l'ubicazione, dovranno essere quelle indicate nei disegni allegati. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni :

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- formazione di platea in calcestruzzo dosato a 200 Kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua;
- conglobamento delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto; sigillature interna ed esterna con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa con doppia chiusura a "quadrello", completo di telaio, per traffico pesante incontrollato D400 (400KN);
- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati; trasporto alla discarica del materiale eccedente.



E' consentita in alternativa, e compensato con lo stesso prezzo, l'esecuzione in calcestruzzo delle pareti laterali dei pozzetti interrati con chiusino in ghisa. Lo spessore delle pareti e le modalità di esecuzione dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione Lavori.

## **Art.128. Verifiche dell'impianto elettrico**

### *129.1 Generalità*

Le verifiche dell'impianto elettrico devono essere eseguite dalla ditta installatrice, alla presenza del Direttore dei Lavori Operativo, secondo le indicazioni del capitolo 61 della norma **CEI 64-8**:

- art. 611: esame a vista;
- art. 612: prove.

In linea generale le operazioni di verifica di un impianto elettrico possono così articolarsi:

- esame a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

Le verifiche devono essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti e/o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie dell'impianto elettrico.

### *129.2 Esame a vista*

L'esame a vista (norma **CEI 64-8**), eseguito con l'impianto fuori tensione, ha lo scopo di accertare la corretta esecuzione dell'impianto prima della prova. L'esame a vista dell'impianto elettrico è condotto sulla base del progetto e ha lo scopo di verificare che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme vigenti. L'esame può essere eseguito sia durante la realizzazione dell'impianto sia alla fine dei lavori.

L'esame a vista dell'impianto elettrico comprende i seguenti controlli, relativi a:

- analisi del progetto;
- verifica qualitativa dei componenti dell'impianto;
- verifica quantitativa dei componenti dell'impianto;
- controllo della sfilabilità dei cavi e delle dimensioni dei tubi e dei condotti;
- verifica dell'idoneità delle connessioni dei conduttori;
- verifica dei tracciati per le condutture incassate;
- verifica dei gradi di protezione degli involucri;
- controllo preliminare dei collegamenti a terra;
- controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici;
- controllo dell'idoneità e della funzionalità dei quadri elettrici;
- controllo dell'idoneità, funzionalità e sicurezza degli impianti ausiliari;
- controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi;
- verifica degli apparecchi per il comando e l'arresto di emergenza;
- presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando.

#### *129.2.1 Verifica qualitativa e quantitativa*

La verifica qualitativa e quantitativa dei componenti dell'impianto elettrico ha lo scopo di verificare:

- che la rispondenza qualitativa dei materiali e delle apparecchiature impiegate rispettino le prescrizioni del capitolato speciale d'appalto e i dati di progetto, accertando la consistenza quantitativa e il funzionamento;
- la conformità delle indicazioni riportate negli schemi e nei piani d'installazione, individuando l'ubicazione dei principali componenti, la conformità delle linee di distribuzione agli schemi, la conformità dei punti di utilizzazione ai piani d'installazione, l'univocità d'indicazione tra schemi e segnaletica applicata in loco;
- la compatibilità con l'ambiente, accertando che tutti i componenti elettrici siano stati scelti e collocati tenendo conto delle specifiche caratteristiche dell'ambiente e siano tali da non provocare effetti nocivi sugli altri elementi esistenti nell'ambiente;
- l'accessibilità, che deve essere agevole per tutti i componenti con pannelli di comando, misura e segnalazione manovra, e possibile (eventualmente con facili operazioni di rimozione di ostacoli) per i componenti suscettibili di controlli periodici o di interventi manutentivi (scatole, cassette, pozzetti di giunzione o connessione, ecc.).

L'accertamento della garanzia di conformità è data dal marchio IMQ (marchio italiano di qualità) o da altri marchi equivalenti. In caso contrario, l'impresa deve fornire apposita certificazione.

#### *129.2.2 Verifica della sfilabilità dei cavi e controllo delle dimensioni dei tubi e dei condotti*

La verifica della sfilabilità dei cavi consiste nell'estrarre un cavo dal tratto di tubo protettivo, incassato o a vista, compreso tra due cassette o scatole successive, e nell'osservare se questa operazione abbia danneggiato il cavo

stesso.

L'analisi, in sintesi, deve riguardare:

- la sfilabilità;
- estrazione di uno o più cavi dai condotti;
- mantenimento della calibratura interna.
- la dimensione dei tubi: diametro interno maggiore o uguale a 10 mm;
- la rispondenza normativa dei tubi: verifica della rispondenza alle prescrizioni di progetto.

La verifica deve essere effettuata preferibilmente sui tratti di tubo non rettilinei e deve essere estesa a tratti di tubo per una lunghezza compresa tra l'1% e il 5% della totale lunghezza dei tubi degli impianti utilizzatori presi in esame. In caso di esito non favorevole, fermo restando l'obbligo per l'installatore di modificare gli impianti, la prova dovrà essere ripetuta su di un numero di impianti utilizzatori doppio rispetto al primo campione scelto. Qualora anche la seconda prova fornisse esito sfavorevole, la verifica della sfilabilità dovrà essere ripetuta su tutti gli impianti utilizzatori.

Il controllo deve verificare che i tubi abbiano diametro interno maggiore di 10 mm e che, in generale, sia almeno uguale a 1,3 volte il diametro circoscritto al fascio di cavi contenuti entro i tubi. Per le condutture costituite da canalette, la superficie interna della sezione retta degli alloggiamenti dei cavi elettrici deve essere almeno uguale al doppio della superficie della sezione retta dei cavi contenuti.

I tubi protettivi flessibili di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare sotto traccia devono essere conformi alla norma **CEI 23-14 V1**.

I tubi protettivi rigidi e accessori di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare in vista devono essere conformi alle norme **UNEL 37118/72** e **37117-72**.

**Tabella 129.1. Dimensioni dei tubi protettivi flessibili e rigidi in PVC**

Grandezza	Tubi flessibili in PVC		Tubi rigidi in PVC	
	Diametro esterno $D$ (mm)	Diametro interno min $d$ (mm)	Diametro esterno $D$ (mm)	Diametro interno min $d$ (mm)
16	16	10,7	16	13,0
20	20	14,1	20	16,9
25	25	18,3	25	21,4
32	32	24,3	32	27,8
40	40	31,2	40	35,4
50	50	39,6	50	44,3
63	63	50,6	63	56,5

### 129.2.3 Verifica dei tracciati delle condutture

La verifica dei tracciati per le condutture deve riguardare:

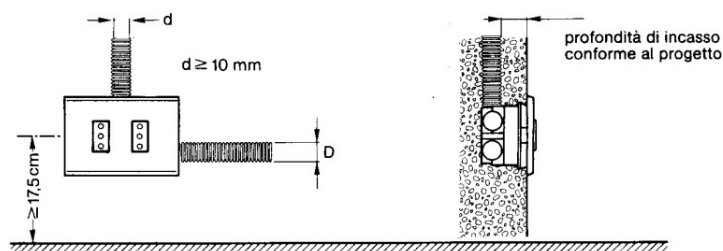


Figura 129.1

Criteri di installazione degli impianti incassati e similari

- tubi incassati sotto intonaco e/o a vista: linearità (orizzontale o verticale) dei percorsi;
- apparecchiature installate a parete (prese, interruttori, pulsanti, ecc): altezza non inferiore a 1,5m dal pavimento

### 129.2.4 Verifica dei gradi di protezione degli involucri (protezioni contro i contatti diretti)

La verifica dei gradi di protezione degli involucri ha lo scopo di verificare che tutti i materiali, gli apparecchi e le macchine installati in ambienti speciali (acqua e/o polvere) abbiano grado di protezione adeguato ai fini della sicurezza, della funzionalità e della durata e/o conforme alle prescrizioni del progetto o del capitolato. Per la verifica si farà riferimento alla norme **CEI-64.8** e **CEI 70-1**. Il grado di protezione è indicato con le lettere IP (*International Protection*) seguite da due cifre indicanti il grado di protezione delle persone contro il contatto con gli elementi in tensione e la penetrazione dannosa dell'acqua (per esempio IP 55). Quando una delle due cifre

è sostituita da una X (per esempio IP4X o IPX4), significa che il materiale garantisce soltanto un tipo di protezione. Lo 0 indica nessun grado di protezione (ad esempio, IP20 indica l'assenza di protezione dalla penetrazione dell'acqua).

Sono esclusi dall'esame i componenti installati nei locali bagno e doccia e quelli pertinenti a impianti AD-FT per locali caldaia e simili.

I componenti con grado di protezione inferiore a IP 20 non possono essere installati in ambienti interni ordinari accessibili a personale non addestrato. La norma CEI 70-1 stabilisce, inoltre, che i gradi di protezione superiori soddisfano i requisiti dei gradi protezione inferiori.

Devono essere oggetto di verifica:

- componenti installati in luoghi umidi (che presentano sul pavimento, sulle pareti o sul soffitto tracce di stillicidio da condensa o da infiltrazione d'acqua): grado di protezione  $\geq$  IP 21;
- componenti installati in luoghi esposti alle intemperie ma non soggetti a spruzzi di pioggia battente con stravento  $> 60^\circ$  dalla verticale: grado di protezione  $\geq$  IP 23;
- componenti soggetti a spruzzi, pioggia a stravento, intemperie: grado di protezione  $\geq$  IP 34;
- componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti occasionalmente polverosi: grado di protezione  $\geq$  IP 55;
- componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti permanentemente polverosi: grado di protezione  $\geq$  IP 66;
- componenti installati in ambienti con pericolo d'inondazione occasionale e temporanea o su terreno soggetto a pozzanghere: grado di protezione  $\geq$  IP 67;
- materiale installato in altri ambienti speciali con temperatura elevata, vibrazioni, muffe, atmosfere corrosive, ecc.: certificazione d'idoneità rilasciata da enti autorizzati o autocertificazione del costruttore e rispondenza alle indicazioni progettuali.

#### *129.2.5 Controllo dei collegamenti a terra*

Le verifiche dell'impianto di terra sono descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (**CEI 64-8** e **CEI 11-8**). Per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. n. 547/1955 va effettuata la denuncia degli stessi alle Aziende unità sanitarie locali (ASL) a mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti e cioè i risultati delle misure della resistenza di terra.

Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- identificazione dei conduttori di terra e di protezione (PE) ed equipotenziali (EQ): ha lo scopo di accertare che l'isolante e i collari siano di colore giallo-verde. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa, nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi sia delle giunzioni. Si deve, inoltre, controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;
- misurazione del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti a una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro. Si possono ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati a una distanza dal suo contorno pari a cinque volte la dimensione massima dell'impianto stesso. Quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto, può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione e il dispersore ausiliario;
- collegamenti: bisogna controllare che tutte le masse (compresi gli apparecchi illuminanti), i poli di terra delle prese a spina e tutte le masse estranee presenti nell'area dell'impianto siano collegate al conduttore di protezione;
- continuità: bisogna accertarsi della continuità del conduttore di protezione e dell'assenza di dispositivi di sezionamento o di comando;
- tracciato e sezionabilità: i conduttori di protezione devono, in linea di massima, seguire il tracciato dei conduttori di fase e dipartirsi dalle scatole di derivazione per consentirne il sezionamento in caso di guasti.

#### *129.2.6 Verifica delle condutture, cavi e connessioni*

La verifica ha lo scopo di accertare che nell'esecuzione dell'impianto siano state rispettate le prescrizioni minime riguardo a:

- sezioni minime dei conduttori rispetto alle prescrizioni delle norme CEI del presente capitolato speciale d'appalto:
- 1, 5 mm<sup>2</sup>: cavi unipolari isolati in PVC, posati in tubi o canalette;
- 0,5 mm<sup>2</sup>: circuiti di comando, segnalazione e simili, ecc.
- colori distintivi:
- colore giallo-verde per i conduttori di protezione e di collegamento equipotenziali;
- colore blu chiaro per il neutro
- altri colori (marrone, nero, grigio) per i conduttori di fasi diverse.

- idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi utilizzatori.

Devono essere verificate le dimensioni idonee dei morsetti rispetto al conduttore serrato, le scatole di derivazione e le modalità di connessione. Sono vietate le giunzioni fuori scatola o entro i tubi di protezione.

**Tabella 129.2. Caratteristiche fondamentali dei morsetti e sezioni dei conduttori serrabili (norma CEI 23-21)**

Grandezza del morsetto	Conduttori serrabili		Massima forza applicabile al conduttore in estrazione (N)
	Rigidi flessibili (mm <sup>2</sup> )	Flessibili (mm <sup>2</sup> )	
0	-	1	30
1	1,5	1,5	40
2	2,5	2,5	50
3	4	4	50
4	6	6	60
5	10	6	80
6	16	10	90
7	25	16	100
8	35	25	120

La verifica deve riguardare anche il grado di isolamento dei cavi rispetto alla tensione di esercizio.

#### *129.2.7 Verifica dei dispositivi di sezionamento e di comando*

La norma CEI 64-8 distingue quattro fondamentali funzioni dei dispositivi di sezionamento e di comando:

- sezionamento o interruzione per motivi elettrici;
- interruzione per motivi non elettrici;
- comando funzionale;
- comando di emergenza.

La verifica dei dispositivi di sezionamento ha lo scopo di accertare la presenza e la corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando, al fine di consentire di agire in condizioni di sicurezza durante gli interventi di manutenzione elettrica sugli impianti e sulle macchine.

In questa verifica dovranno essere controllati:

- l'interruttore generale, accertando la sua presenza all'inizio di ogni attività di impianto e la sua idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori divisionali, verificando il loro numero e la loro idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori di macchine installati in prossimità delle macchine pericolose per il pubblico e gli operatori (scale mobili, ascensori, nastri trasportatori, macchine utensili, impianti di lavaggio auto, ecc.).

La verifica dei dispositivi di comando per l'arresto di emergenza ha lo scopo di accertare la possibilità di poter agire sull'alimentazione elettrica per eliminare i pericoli dipendenti dal malfunzionamento di apparecchi, macchine o impianti.

In questa verifica devono essere controllati:

- gli interruttori d'emergenza a comando manuale, accertando la loro presenza a portata di mano;
- gli apparecchi d'emergenza telecomandati.

Dovranno essere oggetto di verifica:

- interruttori, prese, quadri, scatole di derivazione, apparecchi illuminanti;
- condutture;
- involucri protetti;
- numero dei poli degli interruttori;
- interruttore generale;
- impianto di messa a terra.

#### *129.2.8 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione*

Bisogna verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL. Inoltre, occorre verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

*129.2.9 Verifica del rispetto delle prescrizioni del D.M. n. 236/1989, in merito alla collocazione ottimale dei terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione*

Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, i regolatori degli impianti di riscaldamento e condizionamento, nonché i campanelli, i pulsanti di comando e i citofoni, devono essere - per tipo e posizione planimetrica e altimetrica - tali da permettere un uso agevole. Devono, inoltre, essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, mediante l'impiego di piastre o pulsanti fluorescenti, ed essere protetti dal danneggiamento per urto.

*129.3 Prove di verifica e controlli*

Le prove consistono nell'effettuazione di misure o di altre operazioni finalizzate a verificare l'efficienza dell'impianto elettrico. La misura deve essere accertata mediante idonea strumentazione.

I controlli possono riguardare:

- la prova della continuità dei conduttori di protezione, compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- la misura della resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- la misura della resistenza di isolamento dei pavimenti e delle pareti;
- la verifica della separazione dei circuiti;
- la verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- la prova di polarità;
- la prova di tensione applicata;
- le prove di funzionamento alla tensione nominale;
- la verifica della protezione contro gli effetti termici;
- la verifica della caduta di tensione.

*129.3.1 Prova della continuità dei conduttori di protezione*

La prova della continuità dei conduttori di protezione (norma **CEI 64-8, art. 612.2**) consiste nell'accertare la continuità dei conduttori di protezione (PE), dei collegamenti equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS) e dei conduttori terra (CT).

*129.3.2 Prova di funzionamento alla tensione nominale*

La prova di funzionamento alla tensione nominale (norma **CEI 64-8, art. 612.9**) ha lo scopo di verificare che le apparecchiature, i motori con i relativi ausiliari, i comandi e i blocchi, funzionino regolarmente, senza difficoltà né anomalie, sia in fase di spunto sia in fase di funzionamento gravoso.

Devono essere sottoposti a misure di tensione in ingresso tutti i quadri generali, i quadri principali, i quadri di zona e di reparto, tutte le macchine con potenza superiore a 10 kVA e gli impianti di illuminazione con lampada scarica sia a catodo caldo sia a catodo freddo.

*129.3.3 Prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva*

La prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva (norma **CEI 64-8, art. 612.9**) ha lo scopo di accertare che i generatori e gli automatismi destinati a garantire l'alimentazione di apparecchi o parti d'impianto destinati alla sicurezza o alla riserva entrino tempestivamente in funzione, fornendo valore di tensione, frequenza e forma d'onda conformi alle previsioni di progetto.

La prova è di carattere preliminare e ha lo scopo di verificare la correttezza dell'installazione dei collegamenti.

In particolare, l'analisi deve riguardare:

- alimentatori non automatici, verificando i valori di tensione e forma d'onda secondo le previsioni di progetto;
- alimentatori automatici di continuità, verificando i valori di tensione di frequenza e forma d'onda progettuali anche nel periodo transitorio e di commutazione fra rete e alimentazione di sicurezza;
- alimentatori a interruzione breve, verificando il raggiungimento dei valori nominali di tensione di frequenza e forma d'onda nei limiti e nei tempi stabiliti dal progetto o da specifiche norme tecniche;
- alimentatori a interruzione lunga, verificando i valori di tensione, di frequenza e forma d'onda conformi al progetto, assunti entro 15 secondi dall'alimentazione di rete.

La prova deve essere estesa a tutti i dispositivi di sicurezza e di riserva di sicurezza la cui messa in servizio deve essere provocata automaticamente per mancanza di tensione di rete escludendo i casi in cui occorre procedere a commutazione manuale.

*129.3.4 Prova d'intervento degli interruttori differenziali*

La prova d'intervento degli interruttori differenziali (norma **CEI 64-8, art. 612.6.1 e 612.9**) ha lo scopo di accertare il corretto funzionamento degli impianti protetti da interruttori automatici differenziali con l'impianto completo dei principali utilizzatori fissi.

La prova deve essere effettuata provando nel punto campionato una corrente controllata di dispersione pari a  $0,5 I_{\Delta n}$  e il differenziale non deve intervenire. Aumentando la corrente di dispersione fino a  $1,1 I_{\Delta n}$ , invece, il

differenziale deve intervenire.

#### *129.3.5 Misura della resistenza d'isolamento dell'impianto*

La misura della resistenza d'isolamento dell'impianto (norma **CEI 64-8, art. 612.3**) ha lo scopo di accertare che la resistenza d'isolamento di ciascun tronco di circuito compresa fra due interruttori sia adeguata ai valori prescritti dalle norme CEI.

La resistenza deve essere misurata a impianto sezionato tra ogni coppia di conduttori attivi e tra ogni conduttore attivo e la terra.

Gli utilizzatori fissi devono essere sezionati o scollegati. Se l'impianto comprende dispositivi elettronici, si esegue solo la misura d'isolamento tra i conduttori attivi collegati insieme e la terra.

#### *129.3.6 Misura della resistenza del dispersore*

Per quanto riguarda il dispersore di piccola e media estensione nei sistemi TT, la misura del valore della sua resistenza di terra (norma **CEI 64-8, art. 612.6.2**) ha lo scopo di accertare che esso sia adeguato alle esigenze d'interruzione delle correnti di guasto a terra.

In particolare, l'analisi deve riguardare:

- il dispersore principale collegato all'impianto di protezione ed ai dispersori ausiliari, accertando che  $R_T \leq 50/I_a$ ;

La resistenza del dispersore può essere misurata con strumenti che utilizzano il metodo voltamperometrico diretto o indiretto, con tensione di alimentazione a vuoto di 125÷220 V, elettricamente separata dalla rete con neutro a terra.

Per ciò che concerne, invece, il dispersore di grandi dimensioni, la sua resistenza può essere misurata con il metodo del dispersore ausiliario.

#### *129.3.7 Misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto*

La misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto (norma **CEI 64-8, art. 612.6.3**) ha lo scopo di accertare che il valore dell'impedenza dell'anello di guasto sia adeguata alle esigenze d'interruzione della corrente di guasto a terra.

#### *129.3.8 Misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro*

La misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro e valutazione (per eccesso) della corrente presunta di corto circuito (norma **CEI 64-8**) ha lo scopo di accertare che il potere d'interruzione degli apparecchi destinati alla protezione contro il corto circuito sia sufficiente.

La resistenza di corto circuito va misurata all'ingresso dei quadri, a monte dell'interruttore generale tra fase e neutro, con il metodo a prelievo controllato di corrente.

#### *129.3.9 Misura della caduta di tensione*

La misura della caduta di tensione ( $\Delta V$ ), allo studio della norma **CEI-64-8, art. 612.11**, ha lo scopo di accertare che le cadute di tensione con l'impianto percorso dalle correnti d'impiego siano contenute entro il 4%, qualora non sia stato diversamente specificato nel presente capitolato speciale d'appalto.

Le misure vengono effettuate con voltmetri elettrodinamici o elettronici aventi classe di precisione non inferiore a 1, quando l'impianto è regolarmente in funzione in orario di punta oppure con simulazione di carico equivalente alle condizioni nominali. Tutte le tensioni devono essere misurate contemporaneamente.

### *129.4 Calcoli di controllo*

#### *129.4.1 Controllo del coefficiente di stipamento*

Il controllo del coefficiente di stipamento ha lo scopo di verificare la corretta posa in opera dei cavi, valutando se i parametri rispettano le prescrizioni della norma **CEI 64-8**.

L'analisi dovrà riguardare:

- condutture entro tubi incassati sotto intonaco: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condutture entro tubi a vista: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condotti circolari: il diametro interno del condotto deve essere almeno 1,8 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 15 mm;
- condutture in canalette, canali e passarelle a sezione non circolare: la superficie interna delle canalette e dei canali deve essere almeno il doppio della superficie retta occupata dal fascio di cavi.

I dati di calcolo vanno desunti dalle caratteristiche dimensionali nominali dei tubi e dei cavi elettrici.

Il cerchio e la sezione retta circoscritti ai fasci di cavi contenuti possono essere valutati sperimentalmente.

#### *129.4.2 Controllo del coordinamento fra correnti d'impiego e portate dei conduttori*

Il controllo ha lo scopo di verificare il corretto dimensionamento dei conduttori in relazione alle correnti d'impiego alle portate dei conduttori e i dispositivi di protezione contro i sovraccarichi installati.

L'analisi dovrà riguardare:

- i circuiti terminali di allacciamento di un solo utilizzatore;
- i circuiti dorsali o principali;
- le portate dei conduttori;
- la protezione dei conduttori dal sovraccarico nei casi previsti dalla norma **CEI 64-8**.

#### *129.4.3 Controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi*

Il controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi ha lo scopo di verificare che gli apparecchi installati siano idonei a funzionare e a sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche che si verificano nel loro punto d'installazione durante un corto circuito.

#### *129.5 Verifiche e dichiarazione di conformità*

L'appaltatore, al termine dei lavori, dovrà rilasciare la prescritta dichiarazione di conformità dell'impianto secondo le disposizioni del **D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462 - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi**.

Secondo l'art. 2 del citato decreto, la messa in esercizio degli impianti elettrici di messa a terra e dei dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche non può essere effettuata prima di eseguire la verifica. La dichiarazione di conformità equivale a tutti gli effetti a omologazione dell'impianto.

Entro 30 giorni dalla messa in esercizio dell'impianto, il datore di lavoro deve inviare la dichiarazione di conformità all'ISPESL e all'ASL o all'ARPA territorialmente competenti.

Il datore di lavoro è tenuto a effettuare regolari manutenzioni dell'impianto, secondo le indicazioni del piano di manutenzione dell'opera, nonché a far sottoporre lo stesso a verifica periodica ogni cinque anni, a esclusione di quelli installati in cantieri, in locali adibiti a uso medico e negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, per i quali la periodicità è biennale.

Per l'effettuazione della verifica, il datore di lavoro deve rivolgersi all'ASL, all'ARPA o a eventuali organismi individuati dal Ministero delle attività produttive, sulla base di criteri stabiliti dalla normativa tecnica europea UNI CEI.

Il soggetto che ha eseguito la verifica periodica deve rilasciare il relativo verbale al datore di lavoro, che deve conservarlo ed esibirlo a richiesta degli organi di vigilanza.

Le verifiche suddette saranno a totale carico del datore di lavoro.

Le verifiche straordinarie da parte del datore di lavoro dovranno essere, comunque, effettuate nei casi di:

- esito negativo della verifica periodica;
- modifica sostanziale dell'impianto;
- richiesta del datore del lavoro.

Il datore di lavoro ha l'obbligo di comunicare tempestivamente all'ufficio competente per territorio dell'ISPESL e alle ASL o alle ARPA competenti per territorio, la cessazione dell'esercizio, le modifiche sostanziali preponderanti e il trasferimento o spostamento degli impianti.

#### *129.6 Norme di riferimento*

- **CEI 0-2** - Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- **CEI 0-3** - Guida per la compilazione della documentazione per DM 37/08;
- **CEI EN 60439 (CEI 17-13)** - Apparecchiature assiemate di protezione e 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 60439-2 (CEI 17-13/2)** - Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
  - **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 17-43** - Metodo per la determinazione della sovratemperatura mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS);
- **CEI EN 60529 (CEI 70-1)** - Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- **CEI 64-8/1/2/3/4/5/6/7 e successive varianti** - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;
- **Guida CEI 31-35/A** - "Atmosfere esplosive. Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione alla Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87): esempi di applicazione;

- **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 11-27/1 Esecuzione dei lavori elettrici – Parte 1: requisiti minimi di formazione per lavori non sotto tensione su sistemi di Categoria 0, I, II e III e lavori sotto tensione su sistemi di Categoria 0 e I;**
- **UNI EN 12464-1** - Illuminazione dei posti di lavoro; Parte 1: posti di lavoro interni;
- **UNI EN 1838** - Illuminazione di emergenza;
- **CEI-UNEL 35024/1** - Portata dei cavi in rame in bassa tensione per cavi isolati con materiale elastomerico o termoplastico;
- **UNI 9795:2013** - Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio – Progettazione, installazione ed esercizio;
- **ISO/IEC 11801:2011 (Ed. 2.2)** - Standard internazionale di cablaggio per telecomunicazioni;
- **Legge n.186 del 01/03/68** - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- **Decreto 22 Gennaio 2008 n. 37** – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- **D.Lgs n.81 del 09/04/08** - Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 Agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

#### *129.7 Protezione contro i contatti diretti e indiretti*

Le misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti devono rispettare la norma **CEI 64-8**.

La protezione può essere attuata con i seguenti accorgimenti:

- protezione mediante bassissima tensione di sicurezza e di protezione (sistemi SELV e PELV);
- protezione mediante bassissima tensione di protezione funzionale (sistemi FELV);
- protezione totale;
- protezione parziale;
- protezione addizionale;
- protezione con impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente;
- protezione per separazione elettrica;
- protezione per mezzo di locali isolanti;
- protezione per mezzo di locali resi equipotenziali non connessi a terra;
- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria senza propria cabina di trasformazione (sistema TT);
- protezione con interruzione automatica del circuito;
- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria con propria cabina di trasformazione (sistema TN).

#### *129.7.1 Protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti e i cortocircuiti*

La protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della norma **CEI 64-8**.

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da cortocircuiti. La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:

- all'inizio della conduttura;
- alla fine della conduttura;
- in un punto qualsiasi della conduttura.

Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e nei luoghi con pericolo d'esplosione, le protezioni contro i sovraccarichi devono essere installate all'inizio della conduttura.

La protezione contro i corto circuiti deve essere sempre prevista all'inizio della conduttura.

Sono ammessi 3 m di distanza dall'origine della conduttura, purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente le due condizioni seguenti (con esclusione degli impianti nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio o con pericolo di esplosione):

- venga realizzato in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito;
- venga realizzato in modo che, anche in caso di corto circuito, sia ridotto al minimo il pericolo di incendio o di



danno per le persone.

È possibile non prevedere la protezione contro i corti circuiti per i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli (per esempio per taluni circuiti di misura e per le condutture che collegano batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri).

In tali casi, bisogna verificare che il pericolo di cortocircuito sia minimo e che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili.

## **Art. 129. Impianti di illuminazione. Verifiche illuminotecniche**

### *130.1 Generalità*

Le operazioni delle verifiche dell'impianto illuminotecnico sono simili a quelle di un impianto elettrico e comprendono:

- esami a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

### *130.2 Esami a vista*

L'esame a vista è condotto dal direttore dei lavori sulla base della documentazione di progetto. Dovrà essere verificata la rispondenza degli apparecchi di illuminazione installati, completi di tutti gli accessori, siano rispondenti alle prescrizioni progettuali ed in particolare del capitolato speciale d'appalto.

### *130.3.1 Misura dell'illuminamento medio e dell'uniformità*

#### *130.3.1.1 Misura dell'illuminamento medio*

La misura dell'illuminamento medio ha lo scopo di accertare che i livelli e l'uniformità di illuminamento siano conformi alle prescrizioni contrattuali.

In particolare, l'analisi deve riguardare:

- impianti di illuminazione generale:
- illuminamento massimo in lux  $\geq$  dati di progetto;
- impianti di illuminazione concentrata:
- illuminamento medio sul piano interessato  $\geq$  dati di progetto;
- impianti di illuminazioni esterna:
- illuminamento minimo nell'area illuminata lux  $\geq$  dati di progetto.

La misura dell'illuminamento artificiale deve essere eseguita in assenza totale di luce naturale. Durante il giorno è perciò essenziale oscurare gli infissi con elementi in vetro.

L'illuminamento deve essere misurato mediante un reticolo, costruito in funzione dell'indice del locale ed eseguendo la misura al centro di ogni maglia.

La misurazione deve essere eseguita mediante un luxmetro, con precisione non inferiore a 5%, posto in posizione orizzontale a 85-90 cm dal pavimento per attività da svolgere in piedi e all'altezza del compito visivo nel posto di lavoro, solitamente 75 cm. La cellula deve essere disposta perpendicolarmente alla direzione del flusso luminoso e la lettura deve essere effettuata a cellula ferma.

#### *130.3.2 Misura di luminanza nel campo visivo*

La luminanza deve essere misurata con il luminanzometro fissato su supporto orientabile e regolabile in altezza sulle superfici. L'angolo di apertura dello strumento è solitamente  $\leq 1^\circ$ . Lo strumento deve essere puntato nella direzione di osservazione dell'utente durante l'attività lavorativa, eseguendo le misure:

- del compito visivo;
- dello sfondo che contiene il compito visivo;
- delle zone periferiche circostanti il compito visivo;
- delle zone verticali più lontane poste di fronte all'osservatore.

#### *130.3.3 Abbagliamento*

Il grado di abbagliamento (o indice di abbagliamento) è un parametro di tipo convenzionale per la valutazione dell'effetto provocato all'osservatore.

L'abbagliamento può essere valutato mediante appositi diagrammi relativi a ogni apparecchio, che forniscono la luminanza limite di abbagliamento al variare dell'angolo visivo da  $45^\circ$  a  $85^\circ$ , riferito a ogni classe di qualità in corrispondenza al livello di illuminamento previsto. Il controllo dell'abbagliamento deve essere eseguito sulla base della relazione geometrica tra l'apparecchio e l'osservatore rivolto verso lo stesso.

#### *130.4.1 Misura dell'abbagliamento*

La misura dell'abbagliamento consiste nella misura della luminanza velante dovuta ai proiettori ( $L_{vi}$ ) e della luminanza velante dovuta alla luce ( $L_{va}$ ). I valori degli indici vanno raccolti in tabelle.

La misura di  $L_{vi}$  può essere eseguita mediante:

- l'illuminamento  $E$  prodotto da tutte le sorgenti di luce misurato all'altezza dell'occhio in un piano perpendicolare alla direzione di osservazione considerata;
- la misura degli angoli compresi fra la direzione di osservazione e le direzioni di provenienza della luce emessa da tutti gli apparecchi illuminanti.

Le misurazioni devono essere eseguite a 150 cm dal suolo. La misura dei proiettori installati su un sostegno va effettuata schermato l'apparecchio luminoso da tutte le radiazioni luminose non appartenenti al sostegno in oggetto. In caso di proiettori disposti su file continue, si dividerà ogni fila in segmenti che sottendono angoli superiori a  $5^\circ$  e per ciascuno di essi dovrà considerarsi una misura rivolta verso il suo centro. Durante le misure devono essere schermate le radiazioni luminose provenienti dai proiettori limitrofi.

#### *130.4.2 Misura del colore della luce*

La misura del colore della luce incidente l'area di gioco viene effettuata posizionando un colorimetro nei centri dei quattro quadranti in cui può suddividersi l'area di gioco, a un'altezza di 150 cm dal suolo.

### **CAPO 17 – SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTI MECCANICI**

#### **1. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI - NORME D'INSTALLAZIONE**

##### **Art. 130. Norme generali di accettazione**

I materiali e le forniture occorrenti per la costruzione delle opere oggetto del presente appalto dovranno essere approvvigionati dall'Impresa a sua totale cura e spese e a tempo debito, in modo da evitare interruzioni o ritardi nella esecuzione dei lavori e da assicurare l'ultimazione delle opere nel termine stabilito.

Essi dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e da regolamenti vigenti in materia ed inoltre dovranno corrispondere perfettamente alla specifica normativa del presente Capitolato o degli altri atti contrattuali.

L'Impresa sarà tenuta ad uniformarsi ad ogni modifica ed integrazione delle disposizioni vigenti in materia che si verificassero nel corso dell'appalto senza alcun titolo per speciali compensi o aumento dei prezzi.

Salvo i casi esplicitamente indicati nel Capitolato, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della D.L., ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

A richiesta della D.L., la provenienza dei materiali e delle forniture dovrà essere idoneamente documentata.

Per la fornitura di materiali ed apparecchiature particolari l'Impresa sarà tenuta a fornire tempestivamente (se del caso entro i termini fissati dalla D.L.) una adeguata campionatura completa che permetta una scelta sufficiente fra materiali aventi analoghe caratteristiche ed uguale rispondenza alle prescrizioni di Capitolato. La campionatura approvata, munita dei sigilli a firma della D.L. e dell'Impresa, sarà conservata a cura della D.L. medesima fino al termine delle operazioni di collaudo per il controllo della corrispondenza fra questa ed i materiali che saranno successivamente approvvigionati ed impiegati nei lavori.

Tutte le forniture in genere, prima di essere impiegate, dovranno essere approvate dalla D.L., pena la demolizione e la ricostruzione a totale carico dell'Impresa di tutte le opere non riconosciute corrispondenti alle condizioni contrattuali.

Qualsiasi provvista non accettata dalla D.L., in quanto non riconosciuta idonea all'impiego a suo insindacabile giudizio, dovrà essere immediatamente allontanata dal cantiere, a cura e spese dell'Impresa, e tempestivamente sostituita con altra rispondente ai requisiti richiesti.

L'accettazione in cantiere dei materiali e delle provviste in genere da parte della D.L. non pregiudica in alcun modo il diritto della D.L. stessa, in qualsiasi momento, anche dopo l'impiego e fino a collaudo avvenuto, di rifiutare materiali stessi e gli eventuali lavori eseguiti con essi, ove vengano riscontrati non corrispondenti alle condizioni contrattuali o ai campioni approvati.

In ogni caso l'Impresa resta sempre e comunque unica garante e responsabile della perfetta esecuzione dei lavori, anche per quanto può dipendere dai materiali impiegati, ancorché accettati dalla D.L.

Le marche di materiali di seguito elencate vogliono identificare un livello di qualità al di sotto del quale i materiali non potranno essere accettati, restando all'appaltatore libero di sostituire le stesse con altre equivalenti,

che comunque dovranno essere accettate per iscritto dalla D.L.

Lo Standard di qualità previsto è :

- caldaia : Elco, Riello o equivalenti;
- scambiatore di calore a piastre: Fiorini, Pacetti o equivalenti;
- aerotermini: Sabiana, Galletti o equivalenti;
- regolazione : Kiebak&Peter;
- elettropompe : Wilo, DAB o equivalenti;
- elettropompe sommergibili ATEX : Officine di Trevi o equivalenti;
- elettropompe sommergibili: Wilo, DAB o equivalenti
- organi di taratura idraulici : Caleffi, Cazzaniga, Honeywell;
- gruppi riempimento: Braukman, Honeywell, Caleffi;
- guaine isolanti : Armstrong, Kaiman;
- ventilatori centrifughi ATEX: Dynair o equivalenti;
- bocchette per aria, griglie: Tecno-ventil o equivalenti;
- scarico acque meteoriche a depressione: Geberit;
- sistema integrato antincendio: CLIMATEC o equivalenti.

Tutti i materiali che verranno impiegati nella realizzazione degli impianti dovranno avere i seguenti requisiti essenziali di cui alla Direttiva 89/106/CE e cioè:

- sicurezza in caso d'incendio;
- igiene e salute per l'ambiente;
- sicurezza all'impiego.

Per quanto sopra i prodotti con marchio CE saranno ritenuti idonei all'impiego previsto. In mancanza l'Impresa Appaltatrice dovrà presentare idonea documentazione a dimostrazione dei requisiti di cui sopra.

### **Art. 131. Gruppo termico**

Sarà del tipo a basamento ad alto contenuto d'acqua a tre giri di fumo dotata di corpo di scambio a tre giri di fumo effettivi con conformazione che permette di ottenere elevate prestazioni, permette di mantenere ridotta la temperatura nei pressi della fiamma in camera di combustione, riducendo in maniera sensibile le emissioni in ambiente. Elevato isolamento termico per ridurre le dispersioni in ambiente e di ottimizzare i rendimenti. Tubi da fumo del tipo elettrosaldato con all'interno turbolatori elicoidali saldati alle piastre tubiere. Camera fumi posteriore, termicamente isolata, facilmente accessibile per l'ispezione e la pulizia. Portellone anteriore reversibile realizzato in lamiera di acciaio termicamente isolata con fibrocementa. Pannellatura verniciata ed isolata con materassini di lana di vetro ad alta densità. Completa di quadro termostatico per la gestione bistadio del bruciatore.

Bruciatore del tipo ad aria soffiata bistadio completamente automatico con carcassa in lega leggera con flangia di attacco al generatore di calore, con pressostato gas di massima per interrompere l'afflusso di combustibile nel caso di pressione elevata, pressostato di sicurezza lato aria per mandare in blocco il bruciatore nel caso di mancato o anomalo funzionamento del ventilatore; valvola gas a farfalla per il funzionamento I° e II° stadio, servomotore per l'azionamento della serranda dell'aria e della farfalla del gas; serranda mobile con chiusura totale in sosta per ridurre al minimo le perdite energetiche connesse al raffreddamento della caldaia; sonda di ionizzazione per la rilevazione della fiamma; apparecchiatura digitale di comando e controllo del bruciatore, che assicura la costanza dei tempi prefissati durante il programma di funzionamento, la messa in blocco entro 2 secondi in caso di mancata accensione ed entro 1 secondo in caso di spegnimento di fiamma; morsettiera per il collegamento elettrico regolazione della premiscelazione gas-aria per garantire una fiamma ottimale dal punto di vista dei parametri di combustione.

Con le seguenti caratteristiche di conformità:

- conforme alle norme CEI
- grado di protezione elettrica IP44
- conforme alla direttiva 90/396/CEE (direttiva gas) – EN 676
- conforme alla direttiva 89/336/CEE (compatibilità elettromagnetica)
- conforme alla direttiva 72/23/CEE (bassa tensione)
- conforme alla direttiva 92/42/CEE (rendimenti)

Dovrà avere il seguente materiale a corredo:

- flangia per rampa gas
- guarnizione per flangia

- viti per fissare la flangia del bruciatore alla caldaia
- schermo termico
- passacavi per il collegamento elettrico
- targhetta di identificazione prodotto
- certificato di garanzia dell'apparecchio
- monografia tecnica con disposizioni di installazione, uso e manutenzione.

Sarà completo di rampa gas a norma DIN EN 161 con filtro gas, pressostato gas di minima, valvola di sicurezza, stabilizzatore di pressione, valvola di regolazione ad uno stadio.

Compreso linee, canalizzazioni e scatole di derivazione per il collegamento del bruciatore al pannello di controllo della caldaia, messa in funzione e collaudo.

## **Art. 132. Canna fumaria**

### **133.1 Generalità**

La canna fumaria dovrà essere calcolata e possedere i requisiti in conformità alla normativa vigente. Sono compresi gli oneri relativi al fissaggio di eventuali mensole di sostegno, le opere murarie e di carpenteria metallica eventualmente necessarie.

### **133.2 Canna fumaria**

Sarà del tipo in acciaio inox a doppia parete costituita da elementi modulari dell'altezza di 990mm circa o sottomultipli con parete interna in acciaio inox austenitico AISI 316L dello spessore di 6/10 di mm con saldatura longitudinale al TIG, coibentazione in cospelli di lana minerale esente da amianto densità 90-100 Kg/mc, spessore 30mm circa, parete esterna in acciaio inox AISI 304, spessore 5/10 di mm. Unione tra gli elementi con innesto a bicchiere con giunto di dilatazione incorporato e fascetta di bloccaggio a doppia gola con bulloneria in acciaio inox. La canna fumaria sarà completa di:

- elemento terminale tronco conico;
- faldale a tetto e fascetta antipioggia ove necessari;
- elemento a 135° per il raccordo del condotto fumi della caldaia ;
- modulo d'ispezione con sportello a tenuta e raccogli condensa;
- staffe in acciaio inox AISI 304 con bulloneria in acciaio inox.

### **133.3 Canale da fumo**

Sarà realizzato in acciaio inox a doppia parete con parete interna in acciaio inox austenitico AISI 316L spessore minimo 6/10 di mm, con saldatura longitudinale al TIG, coibentazione in cospelli di lana minerale esente da amianto densità 90-100 Kg/mc, spessore 30mm circa, parete esterna in acciaio inox AISI 304, spessore 5/10 di mm. Unione tra gli elementi con innesto a bicchiere con giunto di dilatazione incorporato e fascetta di bloccaggio a doppia gola con bulloneria in acciaio inox. Dovrà essere completo di n° 2 pozzetti per prelievo campioni con tappi filettati.

## **Art. 133 . Pompa di calore**

### **134.1 Generalità**

La pompa di calore sarà del tipo aria/acqua in grado di riscaldare il fluido termovettore fino ad una temperatura di 60°C e di funzionare anche con condizioni di temperatura esterna fino a -20°C, garantendo comunque una temperatura di mandata di 45°C.

### **134.2 Compressore**

Saranno presenti due circuiti all'interno della macchina aventi le medesime caratteristiche ed ognuno con il suo compressore. Il compressore di ogni circuito sarà del tipo ermetico scroll comandato da inverter, completo di protezione del motore contro le sovracorrenti, sovratemperature e temperature eccessive del gas di mandata. Sarà montato su gommini antivibranti e dotato di un riscaldatore dell'olio ad inserimento automatico al fine di prevenire la diluizione dell'olio da parte del refrigerante all'arresto del compressore.

### **134.3 Struttura**

La struttura portante sarà realizzata in lamiera Zinco-Magnesio al fine di garantire ottime caratteristiche meccaniche ed una elevata resistenza alla corrosione nel tempo.

#### 134.4 Pannellatura

La pannellatura esterna sarà in lamiera d'acciaio con trattamento superficiale in Zinco-Magnesio preverniciato per assicurare una maggior resistenza alla corrosione nelle installazioni esterne. I pannelli saranno facilmente rimovibili per permettere il totale accesso ai componenti interni e saranno internamente rivestiti con materiale fonoassorbente per garantire una ridotta rumorosità

#### 134.5 Scambiatore Interno

Lo scambiatore interno sarà ad espansione diretta del tipo a piastre saldobrasate INOX AISI 316 con elevata superficie di scambio e completo di isolamento termico esterno anticondensa. Lo scambiatore sarà corredato da un pressostato differenziale e da una resistenza antigelo sul lato acqua.

#### 134.6 Scambiatore Esterno

Lo scambiatore esterno sarà del tipo a pacco alettato, realizzato con tubi in rame disposti su file sfalsate ed espansi meccanicamente per meglio aderire al collare delle alette. Le alette saranno in alluminio con trattamento idrofilico e adeguatamente spaziate per garantire il massimo rendimento di scambio termico.

#### 134.7 Ventilatori

I ventilatori saranno del tipo elicoidale con pale in alluminio pressofuso, direttamente accoppiati al motore elettrico trifase a rotore esterno con protezione termica incorporata, in esecuzione IP54. La modulazione della velocità sarà del tipo a taglio di fase. I ventilatori saranno alloggiati in bocchelli sagomati aerodinamicamente per aumentare l'efficienza e minimizzare il livello sonoro, saranno inoltre dotati di griglie antinfortunistiche.

#### 134.8 Circuito Frigorifero

Sarà presente un doppio circuito frigorifero per ogni circuito completo di filtro deidratatore a cartuccia solida antiacido, pressostato di sicurezza alta pressione, trasduttori di alta pressione, trasduttore di bassa pressione, ricevitore liquido, separatore di liquido in aspirazione, sonda temperatura refrigerante, doppia valvola di espansione termostatica elettronica, valvola di inversione ciclo a 4 vie, valvola di sicurezza per alta pressione e valvola di sicurezza per bassa pressione.

#### 134.9 Quadro Elettrico (Sezione di Potenza)

La sezione di potenza del quadro elettrico comprenderà un sezionatore generale di blocco porta, un trasformatore di isolamento per l'alimentazione del circuito ausiliario, magnetotermico di protezione compressore scroll on-off, fusibili di protezione ventilatori e protezione termica, contattore di comando del compressore scroll on-off.

#### 134.10 Quadro Elettrico (Sezione di Controllo)

La sezione di controllo del quadro elettrico comprenderà un terminale di interfaccia con display grafico con la possibilità di visualizzare tutti i parametri di funzionamento e i codici di allarme, i tasti on-off e reset allarmi, i tasti caldo-freddo per la selezione della modalità di funzionamento, la regolazione proporzionale-integrale della temperatura dell'acqua. Saranno inoltre presenti il programmatore giornaliero/settimanale del set point di temperatura e dell'accensione della macchina, la compensazione del set point in funzione della temperatura esterna, la compensazione del set point con segnale 0-10 V, la gestione dell'accensione da locale o da remoto, la protezione antigelo lato acqua, la protezione e temporizzazione del compressore, la funzionalità di preallarme per antigelo acqua e alta temperatura del gas refrigerante, la funzionalità di autodiagnosi dei guasti, il controllo dell'avviamento dei compressori, ingresso per comando on-off a distanza, ingressi ed uscite di comunicazione.

#### 134.11 Accessori

Gli accessori che dovranno essere presenti sono i seguenti: gruppo idronico ad alta prevalenza idoneo al funzionamento con glicole, serbatoio inerziale di accumulo da 300 litri integrato a bordo macchina, monitori di fase, supporti di appoggio antivibranti, dispositivo per "Soft-Start" e limitazione della corrente di avviamento.

### **Art. 13444 .Scambiatore di calore a piastre**

Sarà del tipo a piastre ispezionabili con telaio verniciato PN16, piastre AISI 304 spessore 0,5 mm stampate con corrugazione a spina di pesce, guarnizioni EPDM non incollate con clips di fissaggio alla piastra. Avrà attacchi filettati sino al diametro DN50 con bocchello dotato di cartella interna in acciaio inox, per diametri superiori gli attacchi saranno flangiati completi di contro flange, guarnizioni, bulloni, tiranti zincati.

## **Art. 135. Circolatori**

### **136.1 Generalità**

I circolatori saranno del tipo a rotore bagnato.

Dovranno essere del tipo a velocità variabile elettronicamente ( $A_p$  costante) ad alta efficienza.

Avranno caratteristiche di prestazioni rilevabili dalle tavole di progetto e saranno adatte al tipo di fluido che dovranno convogliare.

Ogni gruppo di circolazione dovrà essere dotato di :

- valvole d'intercettazione sulle bocche premente ed aspirante, dello stesso diametro delle tubazioni; antivibranti in gomma sia sulla mandata che sull'aspirazione;
- manometro collegato con tubo di rame sull'aspirazione e la mandata, completo di rubinetti d'intercettazione mini-ball;
- valvola di ritegno dello stesso diametro della tubazione principale;
- raccordi tra le bocche delle pompe e le tubazioni principali eseguiti impiegando tronchetti conici di raccordo;
- staffe di supporto a parete ove necessarie.

Le tubazioni di collegamento ai circolatori non dovranno gravare sugli stessi e pertanto dovranno essere supportate indipendentemente ed in modo tale che non si renda necessario installare supporti provvisori nel caso in cui si rendesse necessario lo smontaggio delle pompe.

### **136.2 Circolatori a rotore immerso**

Saranno del tipo con variazione elettronica della velocità di rotazione ( $A_p$  costante).

Avranno le seguenti caratteristiche :

- corpo pompa in ghisa grigia (EN-GJL-200)
- girante in materiale composito (PP40% rinforzato con fibra di vetro);
- bussola in carbone resistente all'acqua;
- albero in acciaio inossidabile;
- motore separato dal corpo pompa con setto metallico a tenuta resistente alla corrosione;
- flange PN10 o PN16 con forature per prese di pressione;
- motore auto protetto con tecnologia EMC e regolazione elettronica incorporata per l'adattamento automatico delle prestazioni in base alla differenza di pressione alimentazione 1/230/50Hz, classe di protezione IP44, classe d'isolamento F. Rotore impregnato di resina e quindi idoneo anche per acqua refrigerata.

Saranno completi di controflange, guarnizioni, bulloni, staffe e tiranti per il montaggio a parete su supporto verticale metallico.

Nel prezzo s'intende compreso l'allacciamento elettrico alla linea di alimentazione.

## **Art. 136. Elettropompe sommergibili**

### **137.1 Elettropompe sollevamento acqua cisterna di laminazione**

Saranno una di riserva all'altra, del tipo sommergibile monoblocco, adatte per l'installazione fissa in posizione verticale, funzionamento automatico, adatte per il pompaggio di acque chiare o leggermente cariche.

Lato girante tenuta meccanica, lato motore anello di tenuta sull'albero e, tra di esse, una camera di separazione in bagno d'olio. Sistema idraulico aperto non soggetto ad intasamento. Corpo pompa in PP-GF30, grado di protezione motore IP 68, classe d'isolamento F. Profondità d'immersione max 3 m, temperatura fluido pompato 3-35°C, passaggio libero 10 mm.

Alimentazione elettrica V 1/230/50Hz. Saranno fornite complete e pronte per l'installazione con cavo, spina e valvola di ritegno, istruzioni di montaggio uso e manutenzione.

Saranno corredate da:

- n° 3 interruttori a galleggiante con di cavo da 5 m;
- n° 2 valvole a sfera in PVC;
- quadro di comando controllato da microprocessore per il controllo in funzione del livello di pompe sommergibili per drenaggio per pompa doppia fino a 4 kW con funzione di scambio pompe, e collegamento all'apparecchio per allarme acqua alta;
- apparecchio di allarme per il montaggio a parete, alimentatore con autoricarica, segnalatore acustico di allarme;

### 137.2 Elettropompa di drenaggio vasca fossa treni

Avrà marcatura ATEX e sarà adatta al pompaggio di idrocarburi aromatici e all'installazione in ambienti potenzialmente esplosivi secondo la Direttiva 94/9/CE ed i limiti imposti dalla marcatura.

Avrà girante aperta in ghisa per eliminare il pericolo di intasamento da parte di fango o di altri piccoli corpi; fornita con 5 m di cavo elettrico speciale resistente all'immersione permanente in idrocarburi secondo Norma NF C15-100-ADB; temperatura del liquido pompato max +40°C. Tenuta meccanica speciale, bilanciata, particolarmente robusta, affidabile, con alta resistenza all'usura ed all'aggressione chimica. Motore asincrono a 2 poli, 50Hz, 2.850 rpm. Isolamento in classe F protezione IP68. Tensione di alimentazione 1/230/50Hz.

Sarà corredata di:

- n° 2 regolatori di livello omologati EX secondo la direttiva ATEX per impieghi in atmosfere parzialmente esplosive;
- n° 1 valvola d'intercettazione a sfera in PVC Ø1"1/2.

## **Art. 137. Valvolame ed accessori acqua**

### 138.1 Generalità

Tutto il valvolame che verrà impiegato dovrà avere le caratteristiche tali da essere idoneo per il fluido convogliato e con campo d'impiego adeguato (pressione/temperatura) ed esente da amianto. Il valvolame flangiato dovrà essere fornito completo di controflange, guarnizioni, bulloni. Per le valvole con attacchi filettati, qualora dette valvole servano per intercettare un apparecchiatura per consentirne lo smontaggio, il collegamento fra apparecchiatura e valvole dovrà avvenire mediante giunti a tre pezzi. Qualora i diametri delle estremità delle valvole e quelle delle tubazioni nelle quali esse vanno inserite o quelli delle apparecchiature da intercettare siano diversi, dovranno essere usati tronchetti conici di raccordo. Il valvolame e gli altri accessori percorsi da acqua refrigerata o alternativamente da acqua calda/refrigerata, dovranno essere coibentati con cappellette di poliuretano o gomma sintetica; la finitura superficiale sarà analoga a quella delle tubazioni nelle quali le valvole o gli altri accessori andranno inseriti.

In generale per le tubazioni percorse da fluido riscaldante o raffreddante si prevede l'impiego di:

- valvole d'intercettazione a sfera per diametri fino a DN 2" compreso, PN 15, attacchi filettati;
- valvole d'intercettazione a farfalla per diametri uguali o superiori a DN 65, PN 16, attacchi flangiati;
- valvole di ritegno del tipo "Europa" con corpo in ottone pesante per diametri fino a DN 2" compreso: attacchi filettati;
- valvole di ritegno wafer, a disco con corpo in ottone o ghisa per diametri uguali o superiori a DN 65: PN 10 inseribili tra flange;

### 138.2 Valvole intercettazione a sfera

Saranno del tipo a passaggio totale ed avranno attacchi filettati maschio o femmina, oppure a bocchettone a secondo dell'occorrenza e potranno avere la maniglia a leva lunga od a farfalla. Avranno le seguenti caratteristiche:

- corpo e manicotto stampati a caldo da barra OT 58 UNI 5705-65, sabbiati e nichelati;
- sfera stampata e fornita da barra OT 58 UNI 5705-65, diamantata e cromata a spessore;
- anello ferma asta lavorato da barra OT 58 UNI 5705-65;
- guarnizione di tenuta sfera e di tenuta asta in P.T.F.E. vergine;
- leva o farfalla di manovra pressofusa in lega di alluminio UNI 5076-74 sabbiata e verniciata con vernice epossidica;
- vite UNI 5739 in acciaio zincato.

### 138.3 Valvole intercettazione a farfalla

Le valvole saranno del tipo esente da manutenzione e dovranno essere completamente coibentabili in conformità alle disposizioni vigenti. Dovranno assicurare una tenuta primaria secondo ISO 5208 Categoria "A". Avranno le seguenti caratteristiche:

corpo in esecuzione monoblocco di ghisa grafite sferoidale GGG 40 provvisto di orecchiette fisse o filettate atte a permettere lo smontaggio della tubazione a monte ed a valle;

disco in ghisa grafite sferoidale GGG 40 nichelata;

asta in acciaio inox X20 Cr 13;

manicotto di tenuta in EPDM idoneo per temperature comprese tra -20°C e +120°C;

apparecchiatura di manovra con leva.

### 138.4 Valvole di ritegno tipo "Europa"

Avranno corpo in ottone sabbiato. Sedi di tenuta ricavate sul corpo con guarnizione di tenuta in fibra termoresistente esente da amianto. Molla in acciaio inossidabile.

#### 138.5 Valvole di ritegno wafer, a disco

Saranno del tipo a disco correate di molla adatte per montaggio sia in orizzontale che in verticale, dovranno assicurare una tenuta primaria secondo ISO 5208 categoria "C"- DIN 3230/T3 BO3-BN2 ed avranno le seguenti caratteristiche:

- corpo in ottone CuZn39Pb3 per i DN dal 15 al 100, ghisa grafite lamellare per i DN superiori;
- tappo in acciaio inox per i DN dal 15 al 100, ghisa grafite lamellare per i DN superiori;
- molla di chiusura in acciaio inox X6 CrNiMoTi 17 12.2;
- guide in acciaio inox X5 CrNi 19.9 per i DN dal 15 al 100, acciaio St 52.3 per i DN superiori.

Saranno complete di controflange, guarnizioni, bulloni ed ove previsto di rivestimento isolante con finitura superficiale in lamierino di alluminio calandrato.

#### 138.6 Stabilizzatori automatici di portata

Saranno di tipo compatto con corpo in ottone, cartuccia con polimero ad alta resistenza, molla in acciaio inossidabile, tenute in EPDM. Pressione massima d'esercizio 16 bar. Campo di temperatura di esercizio 0÷100°C; range Ap 15÷200 kPa; Ap minimo di lavoro 15 kPa; precisione +/- 10%.

#### 138.7 Giunti antivibranti in gomma

I giunti antivibranti dovranno essere del tipo adatto ad interrompere le onde sonore generate dalla colonna di liquido e le vibrazioni create da organi in movimento. I giunti dovranno essere installati evitando tensioni, torsioni ed inclinazioni. Avranno le seguenti caratteristiche:

- corpo cilindrico in gomma "CR" in un unico pezzo;
- flange secondo DIN/ISO vulcanizzate sul corpo.

#### 138.8 Defangatore

Sarà per tubazioni orizzontali, con attacco superiore Ø1/2" con tappo, scarico con porta gomma. Corpo e camera di accumulo in ottone. Elemento interno PA66G30, tenute idrauliche in EPDM, valvola di scarico in ottone. Pressione massima d'esercizio 10 bar, campo di temperatura di esercizio 0÷110°C. Capacità di separazione particelle fino a 5 µm.

### **Art. 138. Dispositivi ed apparecchi per alimentazione impianti**

#### 139.1 Vasi di espansione a membrana per impianti di riscaldamento

I vasi di espansione saranno del tipo chiuso, costituiti da:

- serbatoio in lamiera di acciaio verniciato a fuoco;
- membrana ricaricabile fissa in gomma sintetica;
- fissaggio della membrana assicurato da anello circonferenziale opportunamente sagomato;
- attacco superiore filettato;

La precarica dovrà essere effettuata in fabbrica con azoto; di norma, salvo diversa prescrizione, la precarica sarà pari ad 1,5 bar. I vasi dovranno essere collegati all'impianto per mezzo di tubazioni in acciaio di diametro conforme a quanto riportato al Cap. R.3.B. della Raccolta R edizione 82; sulle tubazioni di collegamento non vi dovrà essere alcuna intercettazione. Non sarà consentito che i vasi possano gravare con il loro peso sulle tubazioni di collegamento all'impianto. I vasi dovranno essere muniti di certificato di collaudo interno di fabbrica per capacità fino a 24 lt compresa, certificato di collaudo ISPESL per capacità superiore. Ciascun vaso dovrà avere una targa con sopra riportate la capacità, la pressione massima di esercizio e gli altri dati identificativi e dovrà essere accompagnato dal certificato di collaudo. Nel caso sia occorrente i vasi dovranno essere sostenuti da apposite staffe in profilati di acciaio nero verniciati e murati alle pareti.

#### 139.2 Vaso d'espansione aperto

Sarà costituito da serbatoio in acciaio zincato completo di coperchio, attacchi per tubo di troppo pieno, sfiato, tubazione di sicurezza e carico impianto, rubinetto di riempimento a galleggiante. Compreso staffe di acciaio zincato e quanto altro necessario per rendere l'opera realizzata a regola d'arte.

#### 139.3 Gruppi di riempimento automatico

Saranno con corpo in ottone con attacchi filettati gas e dispositivo di regolazione della taratura, con molla in acciaio inox, campo di regolazione 0,5÷6 bar, cartuccia filtro estraibile, manometro Ø50 mm e valvola di



ritegno.

### **Art. 139. Trattamento acqua alimentazione impianti**

#### **140.1 Filtro di sicurezza**

Dovrà essere adatto alla filtrazione dell'acqua potabile e di processo per l'eliminazione di tutti i corpi estranei fino ad una granulometria di 90 micron. Materiali conformi al D.M. 174/04. Pressione massima di esercizio 10 bar.

#### **140.2 Addolcitore**

Sarà del tipo biblocco automatico elettronico a microprocessore per acqua ad uso tecnologico, con rigenerazione a tempo, con frequenza programmabile, completo di display che visualizza il numero di rigenerazioni effettuate, l'autonomia residua, l'avviso richiesta assistenza tecnica, nonché la fase di rigenerazione in corso. Tutti i componenti in contatto con l'acqua sono conformi al D.M. n. 174/04. Alimentazione di sicurezza 24 Vac, 1 anno di memoria in assenza di alimentazione elettrica, valvola antiallagamento, valvola ritegno, valvola anti vacuum e valvola miscelazione doppia taratura, bombola resine con liner in PE del tipo alimentare, raccordo scarico troppopieno, serbatoio salamoia con piastra per doppio fondo, esecuzione in conformità CE.

#### **140.3 Filtro defangatore, chiarificatore**

Avrà letto filtrante multistrato lavabile in controcorrente per filtrare, defangare e chiarificare l'acqua in circolazione negli impianti di riscaldamento ad acqua calda, in grado di trattenere anche scaglie metalliche, grumi di ruggine e fanghiglia, rendendo l'acqua limpida e trasparente.

Sarà comprensivo di raccorderia, delle valvole di intercettazione, di prelievo campioni e immissione condizionamenti come prescritto dal D.P.R. n. 59/09.

Sarà essenzialmente costituito da :

- corpo rinforzato con fibra di vetro, progettato per acqua calda (80°C)
- gruppo idraulico di collegamento in ottone/bronzo, completo di raccorderia e valvole di intercettazione
- masse filtranti speciali multistrato in quarzite sferica lavabili in controcorrente
- rubinetto prelievo campioni
- raccordo e valvola immissione e rabbocco stagionale condizionanti come previsto dalle normative UNI CTI 8065.

Compreso:

- 20 kg di composizione bilanciata di inibitori di corrosione e agenti antincrostanti avente graduale effetto risanante in grado di proteggere dalle incrostazioni calcaree e dalle corrosioni circuiti chiusi di riscaldamento ad acqua calda, circuiti chiusi di raffreddamento con acqua in riciclo (sigillati e non sigillati);
- sistema per la determinazione della concentrazione della composizione s.d. nell'acqua degli impianti di riscaldamento ad acqua.

### **Art. 140. Dispositivi per eliminazione dell'aria**

#### **141.1 Separatore d'aria**

Sarà con corpo in ghisa, attacchi filettati completo di valvola di sfogo aria e manometro.

#### **141.2 Disareatori automatici**

Saranno con coperchio svitabile per l'ispezione, corpo in ottone, galleggiante in polietilene anticorrosione, pressione massima d'esercizio 12 bar, temperatura massima d'esercizio 115°C; saranno completi di rubinetti d'intercettazione automatici. Attacco Ø1/2".

### **Art. 141. Collettori**

I collettori dovranno avere le dimensioni indicate nelle tavole di progetto; realizzati impiegando tubo in acciaio nero con fondelli bombati, attacchi flangiati.

I collettori dovranno essere realizzati in modo che le valvole di intercettazione abbiano gli assi dei volantini allineati; la distanza tra i volantini delle valvole dovrà essere mantenuta costante e non inferiore a 10 cm.

Nei collettori dove è previsto l'installazione di pompe in-line, si dovrà aver cura di installare le stesse con gli assi dei motori perfettamente allineati; la distanza tra diversi corpi pompe, e tra corpi pompe e flange non dovrà essere inferiore a 5 cm.

Ogni collettore sarà completo di:

- Mensole e staffe di sostegno nelle quali verranno appoggiati i collettori; tra i collettori e le mensole dovrà essere interposto uno strato di gomma dura dello spessore di 1 cm;
- Controflange, guarnizioni e bulloni;
- Verniciatura con due mani di antiruggine di colore diverso del collettore e delle staffe;

- Rivestimento isolante in gomma sintetica a cellule chiuse spessore secondo Tab. 1 allegato B al D.P.R. 412 con finitura superficiale in laminato di PVC.

Compreso opere murarie per l'esecuzione di fori per le staffe e muratura delle stesse.

#### **Art. 143. Aerotermi**

Saranno del tipo circolare a flusso d'aria verticale con cassa portante smontabile in lamiera d'acciaio protetta dalle ossidazioni mediante trattamento di sgrassaggio, fosfatazione, verniciatura elettrostatica ed essiccazione in forno. Ventola elicoidale a pale di alluminio equilibrata dinamicamente e staticamente, accoppiata al mozzo centrale a mezzo di viti e quindi agevolmente smontabile, di tipo razionale ad alto rendimento. Batteria di scambio termico con tubi di rame ed alette in alluminio, collettori a tubo con attacchi filettati affiancati sul medesimo lato dell'apparecchio. Motore elettrico in esecuzione trifase, protezione IP44, di tipo chiuso auto ventilato con alberello verticale montato su speciali cuscinetti, ancorato alla cassa portante a mezzo di supporti antivibranti per garantire la silenziosità di funzionamento.

Ogni aerotermino sarà completo di :

- diffusore radiale con alette regolabili singolarmente e/o diffusore con lancio a due direzioni secondo quanto indicato nelle tavole di progetto;
- staffe e tiranti;
- n° 2 flessibili per acqua calda calzati internamente con maglia di acciaio inox ed esternamente in gomma EPDM della lunghezza di 20 cm;
- n° 2 valvole d'intercettazione a sfera a passaggio totale, n° 1 regolatore di portata (autoflow), n° 1 valvola d'intercettazione a sfera a passaggio totale per scarico;

E' altresì compreso nel prezzo l'allacciamento della linea di alimentazione alla morsettiera degli aerotermini.

#### **Art. 144. Compressore Aria**

Il compressore sarà del tipo a vite con inverter completo di quadro elettrico e pannello di controllo a bordo macchina. Tutti i componenti saranno alloggiati in un telaio metallico ad alta resistenza per garantirne una lunga durata nel tempo. Le pannellature di copertura, anch'esse in lamiera metallica verniciata, andranno a coprire tutti gli organi interni della macchina per garantire una protezione dell'utente che non potrà entrare in contatto con parti in movimento. In ogni caso le pannellature potranno essere rimosse per agevolare le operazioni di manutenzione e riparazione.

Il compressore sarà dotato di un filtro a secco sull'aspirazione per evitare che eventuali particelle in sospensione possano danneggiare gli organi della macchina.

#### **Art. 145. Essiccatore Aria**

L'essiccatore sarà del tipo a ciclo frigorifero e garantirà l'eliminazione dell'umidità presente nell'aria prodotta, il gas impiegato nel ciclo di raffreddamento sarà del tipo non tossico e non infiammabile. Le pannellature di copertura, anch'esse in lamiera metallica verniciata, andranno a coprire tutti gli organi interni della macchina per garantire una protezione dell'utente che non potrà entrare in contatto con parti in movimento. In ogni caso le pannellature potranno essere rimosse per agevolare le operazioni di manutenzione e riparazione. L'essiccatore sarà installato in parallelo con un by-pass per agevolare la manutenzione e ridurre il fermo impianto.

#### **Art. 146. Serbatoio Accumulo Aria**

Il serbatoio di accumulo sarà realizzato in acciaio, avrà forma cilindrica, sarà provvisto di valvola di sicurezza tarata a 10 bar, manometro e rubinetto per lo scarico condensa. Il serbatoio, per ragioni di sicurezza, dovrà essere in grado di sopportare una pressione non inferiore ai 12 bar.

#### **Art. 147. Tubazioni in alluminio**

Le tubazioni in alluminio saranno realizzate con leghe contenenti magnesio, manganese e silicio in grado di avere un'ottima resistenza alla corrosione e buone caratteristiche meccaniche. Le tubazioni saranno realizzate per estrusione e quindi senza saldatura e saranno disponibili in barre della lunghezza di 4 o 6 metri. Tutte le tubazioni saranno verniciate per elettrolisi per assicurare una protezione ottimale contro la corrosione. Le tubazioni pertanto non presenteranno alcun problema particolare nel contatto con gli oli lubrificanti per compressori. Dovranno essere

realizzate in conformità alla normativa DESP 2014/68/UE REACH ed essere in grado di sopportare pressioni fino a 16 bar. Le tubazioni dovranno essere impiegate per la distribuzione dell'aria compressa e dovranno essere quindi posate con pendenze comprese tra lo 0.1% e lo 0.5 % in modo da garantire un corretto deflusso della condensa verso i punti di scarico. I fissaggi dovranno essere realizzati in modo da consentire la naturale dilatazione del materiale senza danneggiamenti in corrispondenza dei giunti o degli utilizzatori. I pezzi speciali come giunti, curve, gomiti o derivazioni saranno anch'essi in alluminio del tipo a stringere con una ghiera dentata in acciaio e una guarnizione interna in grado da garantire una tenuta ottimale fino a 16 bar una volta serrati.

<b>TUBAZIONI</b>	
<b>DIAMETRO ESTERNO [mm]</b>	<b>SPESSORE [mm]</b>
16	1,5
20	1,5
25	1,5
32	1,5
40	2
50	2
63	2
80	2,5

#### **Art. 148. Tubazioni in multistrato**

Le tubazioni in multistrato composito saranno costituite da alluminio + PE per complessivi 5 strati con barriera all'ossigeno. Saranno impiegate per la distribuzione di acqua calda e fredda fuori terra con temperatura massima di 95°C e rispondenti alle prescrizioni della circolare n°102 del 02/12/78 del ministero della sanità. Saranno fornite in rotoli per diametri esterni fino al 32 ed in barre per diametri esterni maggiori. I fissaggi dovranno essere realizzati in modo da consentire la naturale dilatazione del materiale senza danneggiamenti in corrispondenza dei giunti o degli utilizzatori. I giunti, i pezzi speciali, le curve ed i raccordi saranno del tipo con giunzioni meccaniche a compressione.

<b>TUBAZIONI</b>	
<b>DIAMETRO ESTERNO [mm]</b>	<b>SPESSORE [mm]</b>
14	2
16	2
18	2
20	2,25
26	2,5
32	3
40	4
50	4,5
63	6
75	7,5

#### **Art. 149. Tubazioni metalliche**

##### **149.1 Generalità**

Le tubazioni dovranno essere collegate ben dritte e a squadra e dovranno essere installate in modo tale da evitare sforzi sulle apparecchiature ad esse collegate. Non sarà consentito, salvo il caso in cui le apparecchiature abbiano pesi limitati, che le stesse gravino con il loro peso sulle tubazioni. I collegamenti alle apparecchiature dovranno essere realizzati con attacchi a flangia, oppure in tre pezzi, e comunque in modo tale da permettere una facile rimozione delle stesse. Negli attraversamenti di strutture, dovranno essere previsti spezzoni di tubo zincato (controtubi) o acciaio nero verniciati, atti a consentire all'interno di essi il libero passaggio delle tubazioni ivi compreso il rivestimento isolante ove previsto. Qualora le tubazioni attraversino pareti a resistenza al fuoco determinata i fori dovranno essere sigillati con materiale intumescente. Eventuali piccoli tratti di tubazioni interrati dovranno essere protetti contro la corrosione impiegando guaine termorestringenti. Al fine di evitare qualsiasi trasmissione di rumori e vibrazioni alle tubazioni ed alle strutture, le giunzioni tra le macchine ruotanti

(pompe) e le tubazioni stesse dovranno essere realizzate con l'interposizione di idonei giunti antivibranti o flessibili. Per le tubazioni per le quali si prevede che le dilatazioni possano provocare deformazioni permanenti o danni di vario genere dovranno essere previsti punti di dilatazione preferibilmente ricorrendo all'autocompensazione attraverso bracci di opportuna lunghezza; ove ciò non fosse possibile dovranno essere installati dilatatori del tipo a soffietto in acciaio inox con estremità flangiate. Per l'installazione saranno previsti opportuni punti fissi, guide e rullini di scorrimento. I supporti e gli ancoraggi dovranno essere disposti, salvo diversa prescrizione della D.L., ad un interasse non superiore a quanto indicato nella tabella seguente:

<b>DIAMETRO TUBAZIONE</b>	<b>DIAMETRO NOMINALE</b>	<b>DISTANZA ORIZZONTALE</b>	<b>DISTANZA VERTICALE</b>
3/4"	DN 20 od inferiore	mt 1,5	mt 1,6
da 1" a 1 1/2"	da DN 25 a 40	mt 2,0	mt 2,4
da 2" a DN 65	da DN 50 a 65	mt 2,5	mt 3,0
DN 80	/	mt 3,0	mt 4,5

In presenza di fasci tubieri con diametri diversi si adotterà l'interasse relativo al tubo di minor diametro. Per la realizzazione delle staffe e dei sostegni e degli ancoraggi potranno essere utilizzati profilati in acciaio nero fissati saldamente alle strutture, verniciati con antiruggine e due mani di vernice a smalto del colore richiesto dalla D.L., oppure appositi profili in acciaio zincato. Salvo diversa prescrizione della D.L. le dimensioni minime delle barre filettate delle staffe non dovrà essere inferiore a:

<b>DIAMETRO TUBAZIONI</b>	<b>DIAM. BARRA FILETTATA O TIRANTE (mm)</b>
Sino a DN 50	8
da DN 65 a DN 100	10
da DN 125 a DN 200	16

Ove gli appoggi siano realizzati con selle, queste dovranno essere in lamiera zincata, poste all'esterno della tubazione isolata.

Le dimensioni minime delle selle dovranno essere :

<b>DIAMETRO TUBAZIONI</b>	<b>LUNGHEZZA(mm)</b>	<b>SPESSORE(mm)</b>
sino a DN 80	300	1,3
DN 100	300	1,6
DN 125	380	1,6
DN 150	450	1,6
DN 200	600	2,0

In ogni caso in corrispondenza dell'appoggio dovrà essere evitato lo schiacciamento delle guaine isolanti ricorrendo ad opportuni semigusci in polistirene, sughero o legno.

Potranno essere usati collari pensili regolabili tipo Flamco o simili. Eventuali guide dovranno permettere di distanziare opportunamente i supporti delle tubazioni in sede di esecuzione dei lavori, ma non dovranno permettere lo spostamento laterale delle tubazioni a montaggio avvenuto. Tutte le tubazioni giacenti in cantieri ed in corso di montaggio dovranno essere protette alle estremità libere da tappi metallici o in plastica; nei depositi in cantiere le tubazioni dovranno essere protette dagli agenti atmosferici. Tutte le tubazioni in ingresso dal locale tecnico dovranno essere individuate con targhette di alluminio pantografate che ne indichino il circuito di appartenenza. Tutte le tubazioni, al termine del montaggio, e prima del completamento delle opere murarie nonché dell'esecuzione dei rivestimenti coibenti dovranno essere sottoposte a prova idraulica. Per le pressioni di esercizio inferiori a 10 bar la pressione di prova dovrà essere 1,5 volte la pressione di esercizio, con un minimo di 5 bar. Il sistema dovrà essere mantenuto in pressione 12 ore; durante tale periodo dovrà essere eseguita una ricognizione allo scopo di identificare eventuali perdite. La prova verrà considerata superata se il manometro di controllo non rileverà cadute di pressione superiori a 0,2 bar per tutto il tempo stabilito. Dopo la prova idraulica le tubazioni dovranno essere accuratamente lavate; il lavaggio verrà effettuato immettendo acqua a notevole pressione e scaricandola dai drenaggi sino a che non esca pulita. Il riempimento dell'impianto dovrà essere effettuato immediatamente dopo le operazioni di lavaggio. Si prescrivono i seguenti tipi di tubazioni:

in acciaio nero UNI EN 10255/07 serie media, senza saldatura, per tubazioni percorse da acqua calda, come indicato nelle tavole di progetto;

in acciaio zincato UNI EN 10255/07 serie media, senza saldatura per l'acqua fredda, l'aria compressa e l'impianto antincendio;

Nel prezzo si intendono compresi e compensati i seguenti oneri:

- verniciatura con due mani di antiruggine di colore diverso per le tubazioni in acciaio nero rivestite con materiale isolante;
- verniciatura con una mano di fondo e due mani di vernice a smalto per tubazioni non rivestite;
- fornitura e posa in opera di staffe e tiranti, targhette indicatrici e frecce;
- fornitura e posa in opera di controtubi metallici, guaine termorestringenti per tubazioni interrato, materiali intumescenti;
- fornitura e posa in opera di eliminatori d'aria;
- esecuzione dei drenaggi, compreso imbuti di raccolta e tubazioni di scarico fino alla rete di scarico all'interno del locale tecnico;

#### 149.2 Tubazioni in acciaio nero UNI EN 10255/07

Le giunzioni saranno realizzate mediante saldatura autogena od elettrica ad arco. Tutti i raccordi dovranno essere del tipo unificato, di spessore identico a quello dei tubi; tutte le variazioni di diametro dovranno essere realizzate impiegando tronchetti conici di raccordo. Non sarà consentito realizzare le curve mediante piegatura a freddo del tubo. I tratti di tubazione da saldare dovranno essere perfettamente allineati e la saldatura dovrà avvenire in piùpassate (almeno due) previa preparazione dei lembi con smusso a V. Tutte le tubazioni nere dovranno essere spazzolate nei punti in cui si fossero manifestati processi di ossidazione; le tubazioni che dovranno essere isolate saranno verniciate con due mani di antiruggine di colore diverso dopo che è stata completata la loro installazione. Le tubazioni per le quali non è previsto alcun rivestimento isolante, oltre che con l'antiruggine, dovranno essere verniciate con due mani di vernice a smalto del colore richiesto dalla D.L.. Particolare cura dovrà essere posta nell'installazione al fine di eliminare l'aria contenuta nelle tubazioni in cui circolano i fluidi. A tale scopo nei punti alti, dovranno essere impiegati eliminatori d'aria automatici. Tutti i punti bassi delle reti di distribuzione dovranno essere dotati di dispositivi di scarico e spurgo. Tutte le tubazioni di scarico, spurgo e sfogo dovranno avere lo scarico visibile ed essere convogliate a imbuti di raccolta e quindi portate allo scarico più vicino. Le opere relative alla realizzazione degli scarichi, spurghi, sfoghi ed alle tubazioni ed apparecchiature ed organi necessari, anche se non rappresentate nei disegni di progetto e nell'elenco prezzi, si intendono compresi e compensati nel prezzo delle tubazioni principali di alimentazione dei fluidi di riscaldamento.

#### 149.3 Tubazioni in acciaio zincato UNI EN 10255/07

Per le tubazioni percorse da acqua fredda, per l'aria compressa ed impianto antincendio verranno impiegate tubazioni in acciaio zincato a caldo senza saldatura, serie media. Per le tubazioni di alimentazione degli impianti le giunzioni saranno realizzate impiegando pezzi speciali in ghisa malleabile bordata e rinforzata; la tenuta sarà assicurata con canapa, oppure preferibilmente impiegando materiale non putrescibile (Teflon). Per le tubazioni dell'impianto antincendio le giunzioni saranno realizzate impiegando giunti Victaulic con guarnizioni di tenuta. La tenuta sarà assicurata con canapa, oppure, preferibilmente impiegando materiale non putrescibile. Non saranno accettate tubazioni nelle quali risulti compromessa la continuità della zincatura; non sarà consentito realizzare le curve con grinzatura del tubo. Per le tubazioni passanti incassate dovranno essere utilizzate staffe zincate in due pezzi facilmente apribili.

### **Art. 150. Tubazioni in materiale plastico**

#### 150.1 Generalità

La movimentazione, la posa dei tubi dovrà avvenire nel rispetto delle raccomandazioni I.I.P.

Le operazioni di trasporto, carico, scarico, accatastamento e posa in opera dovranno essere effettuate con la massima cura.

Nel trasporto dei tubi forniti in barre sarà necessario supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiarne le estremità a causa delle vibrazioni; si dovranno evitare inoltre urti, inflessioni, sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminati.

Le imbracature per il fissaggio del carico dovranno essere realizzate con bande di canapa, di nylon o similari, se si usano cavi di acciaio i tubi dovranno essere protetti nelle zone di contatto.

I tubi provvisti di giunto a bicchiere ad una delle estremità dovranno essere adagiati in modo tale che il giunto non provochi una loro inflessione; se necessario si dovrà intervenire con idonei distanziatori tra tubo e tubo.

Nel caricare i mezzi di trasporto, dovranno essere adagiati prima i tubi più pesanti onde evitare deformazioni di quelli più leggeri.

Per il carico e lo scarico dei mezzi di trasporto e comunque per la loro movimentazione, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata; i tubi non dovranno comunque essere strisciati o rotolati sia nei mezzi di trasporto che a terra.

Nell'accatastamento in cantiere il piano di appoggio dovrà essere livellato e privo di asperità e pietre; in genere il

piano di appoggio sarà costituito da sabbia.

I tubi bicchierati, dovranno essere accatastati su traversini di legno in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni; i bicchieri dovranno essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti ed in modo tale che i tubi siano appoggiati lungo l'intera generatrice.

I tubi in barre dovranno essere accatastati fino ad un'altezza non superiore a mt. 1,5, qualunque sia il loro diametro.

I tubi forniti in rotoli andranno appoggiati orizzontalmente e l'altezza di accatastamento non dovrà superare i 2 mt.

Nei depositi in cantiere le tubazioni dovranno essere dotate di tappi di protezione sulle testate al fine di impedire che foglie, polveri ed animali possano alloggiarsi all'interno di esse.

Se i tubi non verranno impiegati per lunghi periodi, dovranno essere protetti dai raggi del sole con schermi opachi che non ne impediscano comunque una regolare aerazione.

Nei cantieri dove la temperatura ambientale potrà superare per lunghi periodi i 25°C, sarà da evitare l'accatastamento di tubi l'uno nell'altro, che provocherebbe l'ovalizzazione dei tubi sistemati negli strati inferiori.

I raccordi ed i pezzi speciali verranno forniti in appositi imballaggi; se sfusi si dovrà evitare di ammucchiarli disordinatamente, così come si dovrà evitare che possano deformarsi o danneggiarsi per urti tra di loro; se non verranno impiegati per lunghi periodi dovranno essere protetti dai raggi del sole come per le tubazioni.

Nessun aumento del prezzo degli impianti verrà riconosciuto all'Appaltatore qualora, in sede di esecuzione dei lavori, si manifestassero esigenze di spostamento delle tubazioni e delle apparecchiature, che si rendessero necessarie per una miglior esecuzione dei lavori a giudizio insindacabile della D.L. qualora l'Appaltatore non abbia già provveduto alla esecuzione dei lavori in oggetto.

#### 150.2 Tubazioni in PEHD per scarichi

Dovranno essere utilizzate tubazioni in PEHD UNI EN 1519-1/01; i raccordi e pezzi speciali dovranno essere rispondenti alla stessa Norma.

Le giunzioni potranno essere realizzate con manicotti saldabili per elettrofusione o saldatura di testa a specchio.

Nelle saldature di testa le estremità da saldare dovranno essere tagliate ortogonalmente all'asse, sbavate e sgrassate.

Per diametri uguali ed inferiori a 63 mm le saldature potranno essere realizzate a mano; per diametri superiori dovrà essere adoperata apposita macchina saldatrice.

Le estremità da saldare dovranno essere portate allo stato di rammollimento (circa 210 °C) e successivamente accostate e sottoposte ad una forza assiale.

Nel caso in cui vengano impiegati manicotti elettrici le estremità da saldare dovranno essere trattate come in precedenza.

Dovranno essere impiegate macchine saldatrici che assicurino la massima garanzia operativa.

Per evitare che le tubazioni siano sottoposte alle sollecitazioni derivate dalle dilatazioni lineari dovranno essere previsti manicotti scorrevoli e punti fissi.

Per ogni tratto di colonna tra due diramazioni bloccate dovrà essere previsto un manicotto di dilatazione; in ogni caso un manicotto dovrà essere previsto ogni sei metri di tubazione sia in orizzontale che in verticale.

La distanza dei supporti in acciaio zincato non potrà superare 15 diametri.

Le tubazioni di scarico e sfiato dovranno avere i seguenti requisiti:

- Evacuare completamente le acque e le materie di rifiuto per la via più breve senza dar luogo ad ostruzioni, deposito di materiale od incrostazioni;

- Essere a tenuta di acqua e di ogni esalazione;

- Essere installate in modo tale che i movimenti dovuti alle dilatazioni ed assestamenti non possano dar luogo a rotture o deformazioni permanenti tali da provocare perdite;

Dovranno essere muniti di pezzi di ispezione con tappo filettato a vite e guarnizione a perfetta tenuta; oltre che nelle posizioni indicate nelle tavole di progetto, i pezzi di ispezione saranno installati nelle posizioni che la D.L. riterrà più opportune in sede di realizzazione dei lavori;

In corrispondenza dei solai aventi requisiti di resistenza al fuoco dovranno essere installati idonei collari tagliafuoco REI 120.

Nel prezzo dell'Appalto si intendono compresi e compensati tutti gli oneri derivanti dall'esecuzione di fori e tracce su pareti e solai di qualsiasi natura e ripristini.

#### 150.3 Imbuto per l'evacuazione acque meteoriche a depressione

Sarà adatto per l'evacuazione a depressione con totale riempimento delle condotte adatta per canali di gronda in

cemento o acciaio con 21 cm di larghezza massima; allacciamento diretto all'imbuto con una riduzione od aumento di diametro; tubo di allacciamento accorciabile, imbuto in acciaio al cromo nichel, parafoglie completo di tasselli in acciaio al cromo nichel.

#### 150.4 Tubazioni in PVC per fognatura

Le tubazioni saranno costituite da una miscela a base di policloruro di vinile non plastificato (PVC rigido) con caratteristiche e spessori conformi alle Norme UNI EN 1401-1 tipo SN2, con marchio di conformità di prodotto rilasciato secondo UNI CEI EN 45011 da Istituto od Ente riconosciuto ed accreditato Sincert, con giunti di tipo a bicchiere completi di guarnizione elastomerica, fornito e posto in opera in un letto di sabbia o ghiaietto, se in presenza di acqua, dello spessore minimo di cm 15, con un rinfiando e ricoprimento con sabbia asciutta o ghiaietto dello stesso spessore del piano di posa. Saranno complete di pezzi speciali (curve, riduzioni TE). Prima di procedere alla posa dei tubi sul fondo dello scavo, i tubi ed i pezzi speciali dovranno essere controllati per scoprire eventuali difetti. I tubi ed i raccordi dovranno essere sistemati sul letto di posa in modo tale da avere un contatto continuo con il letto stesso. Il rinfiando e ricoprimento del tubo sarà in calcestruzzo RCk 15 con uno spessore non inferiore a 20 cm sopra la generatrice superiore della tubazione. L'ulteriore riempimento dello scavo avverrà con il materiale proveniente dallo scavo, depurato degli elementi con diametro superiore a 10 cm; il riempimento verrà eseguito per strati successivi di spessore di 30 cm che dovranno essere bagnati e compattati. Nell'eseguire le giunzioni dovranno essere osservate le seguenti indicazioni:

- accurata pulizia delle parti da congiungere assicurandosi che siano integre togliendo provvisoriamente la guarnizione elastomerica dalla sede;
- segnare sulla parte maschio del tubo una linea di riferimento introducendo la punta nel bicchiere fino a rifiuto e ritirandola indietro di 3 mm per ogni metro d'interasse (in ogni caso il ritiro non deve essere inferiore a 10 mm);
- inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica nella sede del bicchiere;
- lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (olio siliconato, vasellina, acqua saponosa);
- infilare la punta del bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sede e verificando che i tubi siano allineati.

L' eventuale taglio dei tubi dovrà essere effettuato normalmente all'asse con una sega a denti oppure con una fresa; l'estremità così ricavata, per essere introdotta nel bicchiere dovrà essere smussata con angolo di 15°.

#### 150.5 Tubazioni in PVC per ventilazione forzata fosse

Saranno in PVC rigido, serie normale UNI 10972, per pluviali, ventilazioni e scarichi di acque fredde, con giunzioni incollate, fornite e poste in opera. Saranno compresi i pezzi speciali; gli staffaggi, le opere murarie di apertura tracce su laterizi forati e murature leggere; il fissaggio delle tubazioni e quanto altro necessario per dare le tubazioni complete.

### **Art. 151. Materiali isolanti per tubazioni**

#### 151.1 Generalità

Tutti gli isolanti che verranno impiegati dovranno avere una buona stabilità dimensionale, imputrescibili, classe 1 di reazione al fuoco, basso assorbimento d'acqua, fattore di resistenza alla trasmissione del vapor d'acqua secondo DIN 52615 (a 23°C, 50% U.R.) non inferiore a 2500, conducibilità termica a 40°C non superiore a 0,04 W/mt°C.

I materiali isolanti potranno essere applicati solo dopo che siano state effettuate le prove idrauliche di tenuta così come specificate per tutte le tubazioni.

Nel caso di impiego di guaine isolanti, queste dovranno essere preferibilmente poste in opera per infilaggio; ove ciò non fosse possibile si ricorrerà al taglio nel senso longitudinale, successivo incollaggio dei lembi con apposito collante, ripresa dei giunti con nastro autoadesivo telato dello spessore minimo di 3 mm fornito dalla stessa Ditta produttrice dell'isolante; non sarà ammesso l'uso di nastro adesivo normale di carta, di tela o PVC. Se necessario per raggiungere gli spessori richiesti, l'isolante potrà essere in doppio strato; sarà pertanto possibile montare n.2 guaine l'una sull'altra oppure ricorrere a una doppia lastra.

L' Appaltatore dovrà fornire tutta la documentazione relativa alle caratteristiche dei materiali isolanti che saranno impiegati.

#### 151.2 Tubazioni percorse da acqua calda

Saranno impiegate guaine e lastre in gomma sintetica a celle chiuse esente da CFC e da composti clorurati. Gli spessori di isolante da adottare saranno:



- 100% secondo allegato B al D.P.R. 412/93 per le tubazioni passanti all'interno del locale tecnico ed all'esterno;
- 50% secondo allegato B al D.P.R. 412/93 per tubazioni passanti all'interno dell'intercapedine tra la parete esterna e la pannellatura interna.

#### 151.3 Tubazioni percorse da acqua fredda

Saranno impiegate guaine e lastre in gomma sintetica a celle chiuse esente da CFC e da composti clorurati.

Gli spessori di isolante da adottare saranno:

- spessore 9 mm per le tubazioni percorse da acqua fredda correnti all'interno del fabbricato; spessore 13 mm per le tubazioni percorse da acqua fredda correnti all'esterno del fabbricato.

#### 151.4 Finitura superficiale

Sono previste le seguenti finiture superficiali:

- per tubazioni passanti in vista all'esterno finitura in lamierino di alluminio calandrato spess. 6/10mm;
- per tubazioni correnti in vista all'interno del fabbricato ed in centrale termica finitura superficiale in laminato di PVC;

### **Art. 152. Dispositivi di sicurezza, protezione e controllo**

#### 152.1 Generalità

I dispositivi di sicurezza, protezione e controllo dovranno essere rispondenti alle normative vigenti e quindi, se richiesti, dotati dei rispettivi Certificati di omologazione rilasciati dagli organi competenti (ISPESL, M.I. ecc.). Dovranno essere installati nel rispetto di quanto previsto dalla raccolta "R" Edizione 82 e successive modifiche.

#### 152.2 Valvole di sicurezza

Le valvole di sicurezza saranno del tipo omologato ISPESL con taratura e diametro adeguati alle prescrizioni tecniche di cui al punto 2 del Capitolato R.2.A della raccolta "R".

Avranno le seguenti caratteristiche:

Corpo valvola in ottone P-Cn Zn 40 Pb 2;

Coperchio a manopola in nylon rinforzato con fibre di vetro, oppure corpo e coperchio in ottone;

Molla ed otturatore in acciaio inox;

Membrana e guarnizione in Etilene-Propilene.

Lo scarico delle valvole dovrà essere visibile e convogliato a imbuto di raccolta e da qui allo scarico.

Eventuali tratti di tubazioni in uscita dalle valvole avranno diametro non inferiore a quello della valvola e dovranno essere montati senza contropendenze.

#### 152.3 Termometri per acqua

Dovranno essere del tipo a quadrante con elemento sensibile a dilatazione di liquido.

Avranno le seguenti caratteristiche:

Gambo radiale in rame;

Cassa di contenimento del quadrante Ø80 mm in ottone cromato.

Saranno completi di pozzetti di idonea altezza in modo tale che il bulbo raggiunga almeno il centro della tubazione.

Le scale di lettura dovranno essere scelte nella gamma più appropriata delle temperature da tenere sotto controllo.

La posizione dei termometri dovrà essere tale da garantire una facile lettura; qualora il termometro venga a trovarsi superiore a 2 mt. dal piano di calpestio, oppure in un luogo difficilmente accessibile per la lettura, si dovrà impiegare un termometro a bulbo e capillare e riportare il quadrante su di un pannello in posizione facilmente leggibile.

#### 152.4 Manometri, idrometri

Dovranno essere del tipo a quadrante con elemento sensibile a tubo di "Bourdon".

Avranno le seguenti caratteristiche:

Attacchi filettati Ø1/2";

Cassa di contenimento del quadrante in ottone cromato Ø80 mm.

Ove necessario saranno completi di rubinetto a tre vie con flangetta di attacco manometro campione a norme ISPESL.

Il fondo scala dovrà essere massimo 1,5 volte la pressione massima di esercizio.

#### 152.5 Pozzetti termometrici

Dovranno avere un diametro minimo non inferiore a 10 mm ed una profondità almeno pari al raggio delle tubazioni ove andranno inseriti.

Saranno realizzati in rame od ottone; attacco superiore filettato maschio.

## **Art. 153. Sistema di automazione impianti tecnologici**

### **153.1 Stazioni di automazione da quadro**

Saranno per la regolazione, il controllo, il monitoraggio e l'ottimizzazione di impianti di riscaldamento, raffrescamento e climatizzazione. Dotate di un bus di campo per permettere un'espandibilità flessibile mediante moduli ingresso/uscita e moduli di comando ambiente. Interfaccia Ethernet integrata per offrire un Web server, che permetta la visualizzazione, comandi remoti e la funzione back-up dati mediante qualunque web browser ulteriore software ausiliario. Avranno un'interfaccia Ethernet RJ45 per il Back-up dati o la comunicazioni via web server con protocollo BACnet® conforme alle norme DIN EN ISO 16484-5. Dotate inoltre di una porta CAN Bus di campo per l'implementazione di moduli d'espansione, display grafico retroilluminato, LED per messaggi di allarme e di stato bus, manopola con tasto di selezione e di uscita, memoria di 8 MByte RAM dinamica, 512 kByte RAM statica e 8 MByte Flash.

Ulteriori caratteristiche principali:

BACnet® nativo conforme alla normativa DIN EN ISO 16484-5 (funzionalità server BACnet®);

configurazione rapida e semplice tramite software, impostando macro impianto, definendo i relativi oggetti e impostando parametri ed assegnazioni di segnali in ingresso e in uscita;

comando mediante manopola e display grafico retroilluminato;

Programma settimanale e annuale;

salvataggio e visualizzazione di trend storici;

visualizzazione e modifica del setpoint distribuiti su livelli di accesso tramite codici di accesso; testi in chiaro su misura per il cliente per ogni parametro;

guida utente in 12 lingue (ceco, tedesco, inglese, spagnolo, francese, ungherese, italiano, lettone, olandese,

polacco, russo e svedese);

archiviazione dei messaggi di allarme con data e ora.

La Stazione di Automazione avrà la Telegestione integrata tramite PC con browser senza software ausiliare, con comunicazione BACnet nativa secondo DIN EN ISO 16484-5. Ogni Sottostazione di Automazione dovrà avere 1 porta bus con protocollo CAN per l'allacciamento di un massimo di tre moduli d'espansione. La lunghezza minima del Bus da quadro sarà 2000m.

Le sottostazioni di automazione dovranno permettere il collegamento 15 tra ingressi ed uscite universali fisiche, tra cui:

5 uscite binarie a contatto relè a potenziale libero max. 5(3)A, 250 Vca;

2 ingressi binari utilizzabili anche come contatori di impulsi fino a 80 Hz;

8 ingressi/uscite universali, configurabili liberamente come:

uscite binarie uscite transistor 24 Vcc, max. 40 mA, o ingressi binari da utilizzare con contatti puliti, o uscite analogiche 0..10 Vcc max. 2,5 mA, o ingresso analogico.

Per la centrale termica sono previsti n° 2 moduli di espansione, ogni modulo d'espansione dovrà avere internamente un'interfaccia CAN Bus.

I moduli saranno alimentati a 12Vcc. dalla stazione di automazione.

Nel prezzo s'intendono compresi gli oneri per l'engineering, la programmazione e la messa in servizio delle apparecchiature di regolazione.

### **153.2 Apparecchiature in campo Sonde di temperatura**

Dovranno avere le seguenti caratteristiche generali:

- campo di misura lineare;
- costante di tempo ridotta;
- isteresi praticamente nulla;
- elemento sensibile del tipo nichel 1000 Ohm a 0°C sviluppato per tutta la lunghezza della sonda;
- collegamento a due fili.

Potranno essere:

- da esterno, campo di misura da -40 a +130°C con custodia in materiale plastico, grado di protezione IP65;
- da ambiente
- ad immersione per acqua, campo di misura 0°C +130°C, custodia in materiale plastico, grado di protezione IP65, del tipo a gambo rigido con guaina di protezione in ottone nichelato PN10 con innesto a scatto;
- da ambiente, campo di misura 0°C +50°C con custodia in materiale plastico, grado di protezione IP30.

### **Valvole di regolazione**

Saranno a tre vie miscelatrici, in esecuzione PN 6 del tipo a sede ed otturatore con attacchi flangiati, corpo in ghisa, adatto per acqua da -15°C a 120°C, corsa minima 20 mm.

Ove le valvole non presentino tali caratteristiche minime di corsa utile dovranno essere previsti in offerta anche prefiltri, aventi le stesse caratteristiche di materiale e di attacco delle valvole; tali filtri dovranno essere facilmente ispezionabili e pulibili ed avere lo stesso diametro delle tubazioni in arrivo alla valvola.

Per garantire il massimo del risparmio energetico e dell'affidabilità le valvole dovranno contenere il trafilamento a valvola chiusa sui valori massimi dello 0,05% e del 2% del Kvs rispettivamente per la via dritta e per la via d'angolo.

I servocomandi, aventi funzionamento modulante, dovranno essere del tipo elettrico con motore sincrono reversibile per valvole con corsa compresa fra 4 e 10 mm, elettroidraulico con ritorno di emergenza in mancanza di tensione per corse superiori. In ogni caso tali servocomandi avranno tensione di alimentazione 24Vca, segnale di comando 0-10Vcc e dovranno essere dotati di :

- un dispositivo per il posizionamento manuale dello stelo della valvola;
- un segnale di uscita 0-10 Vcc il cui valore sarà proporzionale alla posizione reale dell'otturatore della valvola;
- un commutatore per consentire di trasformare la caratteristica di regolazione da equipercentuale a lineare, onde garantire l'adattamento della valvola alle condizioni d'uso ed alle caratteristiche del circuito idraulico.

### **Art. 154. Ventilatori per espulsione aria fosse**

Saranno del tipo centrifugo costruiti e certificati in conformità alla Direttiva ATEX 94/9 CE, previsti per l'impiego con aria pulita con temperatura da -20°C a +40°C. Dovranno essere datti all'installazione in zona 1/21, cioè in aree o ambienti dove sia necessario garantire un elevato fattore di sicurezza contro le esplosioni, dovuti a gas (II2G) e/o polveri infiammabili (II2D/II2GD). La loro costruzione sarà certificata da IMQ secondo la EN 14986 (Certificato IMQ 10 ATEX 017 X).

Cassa a spirale realizzata in lamiera d'acciaio, protetta contro gli agenti atmosferici con vernici a polveri epossipoliestiriche; girante a semplice aspirazione, con pale curve in avanti (scirocco), a spessore costante, realizzata in lamiera zincata. Motore asincrono trifase a norme internazionali IEC 60034, IEC 60072, IEC 60079 e/o IEC 61241, EMC 2004/108/CE, LVD 2006/95/CE, con certificati ATEX per atmosfere esplosive Categoria 3G gruppo II classe termica T4 protezione Exd e marcatura CE, IP 55/IP 65, classe F.

Saranno completi di rete di protezione per bocca aspirante e premente realizzata a norma UNI 12499 e protetta contro gli agenti atmosferici.

### **Art. 155. Griglie di ripresa aria**

Dovranno essere del tipo circolare ad alette inclinate fisse a 45° verso il basso in acciaio verniciato bianco RAL 9010.

### **Art. 156. Canali aria in acciaio zincato**

Dovranno essere del tipo spiroidale; gli spessori della lamiera da adottare sono:

DIAMETRO (mm)	SPESSORE LAMIERA (mm)	PESO LAMIERA (Kg/mq)
100-250	6/10	5,1
315-500	8/10	6,7
560-900	10/10	8,2
Oltre 900	12/10	9,8

Le giunzioni longitudinali dei canali spiroidali dovranno essere del tipo ad innesto con il sistema di aggraffatura doppia ad angolo. Le giunzioni trasversali potranno essere del tipo ad innesto con o senza guarnizioni di tenuta fino ad un diametro della condotta di 500 mm. Le curve a secondo delle dimensioni potranno essere stampate o realizzate a spicchi. Le diramazioni dovranno essere del tipo tronco conico.

## Art. 157. Sistema antincendio

Sarà con locale tecnico in da esterno per impianti soprabattente con alloggiato all'interno un gruppo antincendio composto da elettropompa principale e pompa pilota ed una riserva idrica orizzontale da interro.

I componenti il sistema avranno le seguenti caratteristiche:

- locale tecnico da esterno realizzato con pannelli sandwich REI 60 a Norma UNI 11292 con i lati destro e sinistro locale muniti di n° 2 porta REI 60 x lato a doppia anta, n 1 porta frontale di ingresso al locale realizzata con pannello sandwich REI 60; piano di calpestio realizzato con longaroni trasversali equipaggiato con:

- N° 1 condotta di ventilazione naturale posta sulla porta di accesso 500x500 secondo par. 5.4.1 – UNI 11292.
- N° 1 estintore classe 34A144BC secondo par. 6.7 UNI 11292.
- N° 1 termoventilatore 220v. W2000 50 Hz IPx4.
- N° 1 tubazione di mandata collegata al collettore di mandata.
- N° 1 luce principale OVA 37929 1965 24 W 220v. 50 Hz e n° 1 luce ausiliaria vano tecnico con grado di protezione IP65 secondo par. 6.2.1 UNI 11292
- N° 3 manicotti passacavi di dimensioni idonee per alimentazioni elettriche
- N° 1 Serbatoio di adescamento da 500 litri realizzato in ferro con n.1 galleggiante elettronico e n.1 galleggiante meccanico installato al suo interno
- N° 1 impianto sprinkler modello SU con bulbo a risposta standard 68° C – 115 °F
- N° 1 flussostato per rilevamento funzionamento sprinkler par. 10.3.2 EN 12845
- N° 1 quadro elettrico completo di termostato ambiente per regolazione temperatura che consente di comandare il funzionamento del termoconvettore

- riserva idrica orizzontale da interro da 25 mc nominali e 22 mc utili marchiato CE come prescritto dalle direttive del consiglio CEE N° 2006/42/CE costruita in materiale acciaio Fe 360b UNI EN 10025 presabbiato 2,5 SA o decapato, spessore fondi e fasciame 50/10 mm Classe B secondo norma UNI EN 10029 saldature esterne ed interne realizzate ad arco sommerso secondo processo certificato UNI EN 287-288, saldature manuali realizzate a MIG secondo processo certificato UNI EN 287-288 da personale qualificato e certificato. Verniciatura interna con fondo epossidico M.S. a due componenti, verniciatura esterna realizzata con doppia mano di catramatura, pozzetto d'ispezione 780x780x h 200 mm.

Sarà completa di:

N° 3 selle antirrotolamento per installazione da interro

N° 2 manicotti da 3" troppo pieno e sfianto

N° 1 manicotto da 1"1/2 galleggiante

N° 2 golfari di ancoraggio per sollevamento

N°1 tubazione con con valvola di fondo con antivortice per elettropompa principale

N° 1 tubazione per aspirazione pompa pilota con valvola di fondo

Gruppo pompe antincendio realizzato secondo le specifiche della norma UNI EN 12845 composto da n 1 elettropompa e pompa pilota. Elettropompa normalizzata su basamento , corpo pompa e girante in ghisa Accoppiata tramite giunto elastico spaziatore (come indicato da EN 12845, al punto 10.1) a motore elettrico asincrono trifase, in grado di fornire la potenza max. assorbita dalla pompa KDN secondo ISO 3046. Bocca di aspirazione assiale. Velocità dell'acqua in aspirazione pompe max. 1,5 m/s (come indicato da EN12845, al punto 10.6.2.3). Bocca di mandata radiale, con tronchetto divaricatore concentrico, connessione per serbatoio adescamento, valvola di ritegno, circuito con n.2 pressostati di avviamento, valvola intercettazione (con riduttore manuale dal DN 125), collettore di mandata zincato.

Quadro elettropompa montato sul basamento pompa in cassetta metallica IP 55, munito dei seguenti componenti:

Interno quadro: interruttore generale blocco porta, fusibili, avviatori diretti per pompe fino a 7,5 kwatt, avviatori stella-triangolo per pompe oltre 7,5 kwatt, trasformatore circuiti ausiliari a 24 v, relé ausiliari, morsettiera.

A fronte quadro: centralina di controllo e comando elettropompa, strumento multifunzione a display (voltmetro, amperometro, cosfimet, wattmetro, allarmi), pulsanti di marcia ed arresto, spie di segnalazione, spie di segnalazione con pulsante di test, selettore AUT - 0 - MAN con chiave estraibile in AUT, pulsante di prova funzionamento spie di segnalazione.

Ponticello a quadro da disinserire per commutare il gruppo a funzionamento UNI 10779, con tempo di arresto programmabile da display digitale.

Include i seguenti contatti N.O. in morsettiera (per il rimando dei segnali al locale presidiato), da collegare al ns. quadro segnalazioni a distanza: presenza tensione/fase, richiesta avviamento pompa, pompa in moto, mancato avviamento (come indicato da EN 12845, al punto 10.8.6.1).

Il quadro è predisposto per l'installazione di MODEM GSM per invio segnali di allarme e/o stato di funzionamento del gruppo pompa via SMS.

Pompa pilota montata a lato della pompa principale collegata al collettore di mandata elettropompa completa di valvola a sfera in aspirazione, valvola ritegno e sfera in mandata, pressostato, vaso ad espansione da 20 litri, quadro di protezione. Il gruppo antincendio avrà le seguenti apparecchiature a corredo:

Kit di aspirazione composto da un tronchetto conico eccentrico, viti e guarnizioni.

Quadro segnalazioni a distanza. Tensione nominale di alimentazione 230 V, n. 1 fase, frequenza 50-60 Hz, livello di potenza sonora 75 dBA, assorbimento 0,10 A, tipo di batteria 12 V, 2,3 Ah, sigillata al piombo avente dimensioni mm 178x34x66 uscita faston avente autonomia allarme acustico di 20 ore. Grado di protezione IP 55 costruito secondo EN 60204-1, standard EMC applicati EN 50081 – 1 EN 50082 – 2.

Misuratore di portata a lettura diretta comprensivo di n. 2 tronchetti flangiati avente lunghezza di n. 4 volte il diametro della tubazione come da norma UNI 11292, n. 2 valvole a farfalla per lettura misuratore di portata

Modulo GSM per invio segnali di allarme e/o stato di funzionamento del gruppo pompa per via SMS

Nel prezzo s'intendono compresi lo scavo, il calo nello scavo con mezzi meccanici, il trasporto, il primo avviamento del gruppo antincendio, la formazione di pozzetto dimensioni esterne 100x100x100cm completo di chiusino in ghisa sferoidale classe C250, rinfianco di spessore non inferiore a 20 cm e quanto altro occorre per dare l'opera completa e funzionante a perfetta regola d'arte.

#### **Art. 158. Idranti UNI 45 mm**

Saranno da esterno, dovranno essere conformi ad UNI EN 671. Saranno costituiti da:

- cassetta in lamiera zincata da esterno verniciata di rosso RAL 3000 con polveri epossidiche;
- manichetta in poliestere gommato internamente a norma EN 14540, lunghezza 20 mt;
- raccordi pesanti a norme UNI 804 in ottone e manicotti con legatura a norma UNI 7422;
- rubinetto idrante standard PN 12;
- lancia a tre effetti UNI EN 671-2;
- lastra di sicurezza Safecrash;
- piantana a sezione circolare ove richiesto.

Dovranno essere segnalati con cartelli metallici così come previsto dalla normativa vigente.

#### **Art. 159. Estintori a polvere**

Gli estintori dovranno essere del tipo approvato dal Ministero degli Interni, secondo il D.M. 20/12/82 e successive modifiche ed integrazioni, i cui estremi devono apparire sulla targa. Saranno composti da:

contenitore pressurizzato in acciaio inossidabile con carica da 6 Kg;

maniglia con impugnatura;

dispositivo di erogazione con ugello terminale;

manometro colorato per il controllo della pressione interna;

valvola di sicurezza.

Ogni involucro dovrà avere un'etichetta con riportate le caratteristiche della carica e le modalità d'uso. La carica dovrà essere adatta per fuochi di Classe A,B,C.

Gli estintori saranno completi di:

mensole per la sospensione a parete;

cartello a parete di segnalazione.

#### **Art. 160. Pozzetti**

I pozzetti di ispezione e di raccordo, di qualunque tipo essi siano, verranno realizzati secondo le tipologie e con le dimensioni risultanti dal progetto, sia che si tratti di manufatti gettati in opera, sia che si tratti di manufatti costituiti mediante l'assemblaggio di pezzi prefabbricati.

Nel primo caso il conglomerato cementizio da impiegare nei getti sarà conforme a quanto previsto negli elaborati di progetto e prima dell'esecuzione del getto dovrà aversi cura che gli scalini di accesso, quando presenti, siano

ben ammorsati nella muratura facendo in modo che siano perfettamente a piombo tra di loro e ponendo in atto tutti gli accorgimenti necessari ad evitare il danneggiamento della protezione anticorrosiva.

I manufatti prefabbricati dovranno di norma essere confezionati con q.li 3,50 di cemento 325 per m<sup>3</sup> di impasto, vibrati su banco e stagionati per almeno 28 giorni in ambiente umido.

Essi verranno posti in opera a perfetto livello su sottofondo in calcestruzzo che ne assicuri la massima regolarità della base di appoggio. Il raggiungimento della quota prevista in progetto dovrà di norma venir conseguito per sovrapposizione di elementi prefabbricati di prolunga, sigillati fra loro e con il pozzetto con malta di cemento: solo eccezionalmente, quando la profondità della cameretta non possa venir coperta con le dimensioni *standard* delle prolunghie commerciali e limitatamente alla parte della camera di supporto al telaio portachiusino, si potrà ricorrere ad anelli eseguiti in opera con getto di cemento o concorsi di laterizio.

Tanto i pozzetti prefabbricati quanto quelli eseguiti in opera, se destinati all'ispezione od alla derivazione di condotti principali di fognatura, dovranno avere il fondo sagomato a semitubo dello stesso diametro delle tubazioni in esse concorrenti e di freccia pari a circa ¼ del diametro stesso.

Quelli prefabbricati dovranno inoltre essere provvisti sui fianchi di alloggiamenti per le tubazioni concorrenti con innesti del medesimo tipo di quelli delle tubazioni stesse, restando di norma escluso, salvo diversa disposizione della D.L., di procedere alla parziale demolizione delle pareti del pozzetto.

I pozzetti di raccolta dei pluviali dovranno essere ispezionabili e saranno costituiti da elementi prefabbricati in cemento armato vibrato secondo UNI 8981 a sezione quadrata, rinfiacati con calcestruzzo Rck 250 per uno spessore di almeno 10 cm e posti in opera su un sottofondo in calcestruzzo Rck 250 anch'esso di spessore non inferiore a 10 cm.

I pozzetti dovranno essere in grado di resistere ai carichi previsti in progetto e dovranno in ogni caso essere conformi alle prescrizioni riportate nei disegni di progetto.

Ogni pozzetto dovrà essere posto in opera, entro uno scavo appositamente predisposto, su idonea platea di appoggio in calcestruzzo Rck 250 di spessore non inferiore a 10 cm, il tutto in conformità alle prescrizioni impartite in sede esecutiva dalla D.L.

## 2. MODALITA' DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI

### Art.161. Impianti idrico-sanitari

#### 161.1 Verifiche del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue:

- effettuerà le necessarie prove di tenuta;
- eseguirà la prova di capacità idraulica combinata dei canali di gronda (**UNI EN 12056-3**, appendice A, punto A.1) per i sistemi che prevedono una particolare bocca di efflusso raccordata al tipo di canale di gronda;
- eseguirà la prova di capacità dei canali di gronda (**UNI EN 12056-3**, appendice A, punto A.2) per i sistemi che prevedono bocche di efflusso di diversi tipi;
- eseguirà la prova di capacità delle bocche di deflusso (**UNI EN 12056-3**, appendice A, punto A.3) per i sistemi che prevedono bocche di efflusso utilizzabili per canali di gronda di diversi tipi;
- eseguirà, al termine dei lavori, una verifica finale dell'opera.

In conformità al D.M. n. 37/2008, l'appaltatore dovrà consegnare al direttore dei lavori la dichiarazione di conformità delle opere di scarico realizzate alle prescrizioni del progetto.

#### 161.2 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) collaudo:

**UNI EN 12056-3** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo.*

## **Art. 162. Prove e verifiche della rete di distribuzione dell'acqua fredda**

162.1 Generalità le verifiche e le prove indicate ai punti che seguono devono essere eseguite in corso d'opera dal direttore dei lavori a impianto ultimato, con la redazione del 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.

### **162.2 Prova di tenuta idraulica a freddo delle rete di distribuzione**

La prova di tenuta idraulica (**UNI 9182, punto 26.2.1**) deve essere eseguita prima del montaggio della rubinetteria e prima della 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. Dopo aver riempito d'acqua il circuito stesso, si sottoporrà a pressione, 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 a una pressione pari ad una 1,5 volte la pressione massima di esercizio dell'impianto, ma comunque non inferiore a 5 bar.

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 H<sub>2</sub>O.

La prova di tenuta sarà giudicata positiva se l'impianto, mantenuto al valore della pressione stabilita per 12 ore consecutive, non manifesterà perdite e quindi abbassamenti di pressione al di fuori delle tolleranze ammesse di 0,2 bar.

La prova può essere eseguita anche per settori di impianto.

### **162.3 Prova di erogazione di acqua fredda**

La prova di erogazione di acqua fredda (**UNI 9182, punto 26.2.4**) ha lo scopo di 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 nel calcolo per una durata minima di 30 minuti consecutivi.

La prova di erogazione si ritiene superata se, per il periodo prefissato, il flusso dell'acqua da ogni erogazione rimane entro il valore di calcolo con una tolleranza del 10%.

### **162.4 Misura del livello del rumore**

La misura del livello del rumore (**UNI 9182, punto 22**) deve essere effettuata nel rispetto del **D.P.C.M. 5 dicembre 1997 – Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici**.

La rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici non deve superare i seguenti limiti:

- 35 Db(A) L<sub>max</sub> con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo;
- 25 Db(A) L<sub>aeq</sub> per i servizi a funzionamento continuo.

Le misure di livello sonoro devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato. Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

## **Art. 163. Prove e verifiche impianti termici**

### **163.1 Verifiche e prove**

Gli impianti di riscaldamento devono essere collaudati con verifiche e prove preliminari da effettuarsi in contraddittorio con l'impresa appaltatrice prima dell'ultimazione delle opere murarie, al fine di potere meglio intervenire nei casi di non corretto funzionamento o di risultato negativo delle prove.

Un primo controllo è quello di constatare che i materiali forniti o impiegati per la costruzione dell'impianto corrispondano alle prescrizioni contrattuali.

Successivamente, si procederà alle prove vere e proprie per la verifica dell'impianto secondo la norma UNI 5634 e precisamente:

- prova preliminare di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti e/o raffreddanti;
- prova di dilatazione termica del contenuto dell'acqua nell'impianto. La prova viene effettuata stabilendo prima il valore della temperatura di prova del tipo di impianto e degli elementi scaldanti. Per gli impianti a vapore si stabilisce, invece, il valore della pressione;

- prova di dilatazione termica dei materiali metallici dell'impianto. La prova ha come obiettivo quello di valutare



soprattutto la dilatazione delle tubazioni, per verificare la presenza di eventuali perdite nei giunti o di deformazioni permanenti con danni eventualmente di tipo estetico per le pareti degli ambienti.

Per gli impianti ad acqua calda, la verifica viene effettuata portando a 90 °C la temperatura dell'acqua nelle caldaie e mantenendola il tempo necessario per l'accurata ispezione di tutto il complesso delle condutture e dei corpi scaldanti.

L'ispezione si deve iniziare quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime col suindicato valore massimo di 90 °C.

Il risultato della prova si ritiene positivo solo quando in tutti i corpi scaldanti l'acqua arrivi alla temperatura stabilita, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti e quando il vaso di espansione contenga a sufficienza tutta la variazione di volume dell'acqua dell'impianto.

L'ispezione si deve iniziare quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime col suindicato valore massimo della pressione nella caldaia. Il risultato della prova si ritiene positivo solo quando il vapore arrivi ai corpi scaldanti alla temperatura corrispondente alla pressione prevista e quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti.

#### 163.2 Tempi di collaudo

Il collaudo definitivo degli impianti di riscaldamento o condizionamento invernale dovrà essere eseguito durante la prima stagione invernale successiva all'ultimazione per lavori.

In genere, per gli impianti di condizionamento il collaudo sarà effettuato durante un periodo di un anno a decorrere dalla data di ultimazione dei lavori per tutti i periodi stagionali nei quali è previsto che l'impianto debba funzionare.

È fondamentale che l'impianto sia stato messo in funzione per almeno due mesi prima del collaudo.

#### 163.3 Verifica delle caratteristiche dei locali

Prima delle operazioni di collaudo definitivo, tutti gli ambienti devono rispettare le condizioni normali di abitabilità. Pertanto, devono essere dotati di infissi esterni e interni, con le caratteristiche costruttive di progetto e, durante le prove, dovranno essere perfettamente chiusi.

#### 163.4 Misura del valore della temperatura esterna

Per la validità delle operazioni di collaudo, è necessario che il valore della temperatura esterna media ( $t'_e$ ) non risulti troppo discordante da quella prevista negli elaborati progettuali.

Il valore della temperatura esterna media deve essere misurato, alle ore 6 del mattino del giorno o dei singoli giorni del collaudo, a nord e a 200 cm dal muro dell'edificio, con termometro schermato e posizionato in modo tale da non essere influenzato da condizioni esterne.

Per temperatura esterna media  $t'_e$  si intende il valore dell'ordinata media del diagramma di registrazione giornaliera della temperatura. In pratica, il valore di  $t'_e$  è ottenuto come media aritmetica delle letture delle temperature massima e minima, misurate alle ore 8 e alle ore 19. Il direttore dei lavori potrà prevedere la misurazione della temperatura alle ore 6 del mattino del giorno della prova.

#### 163.5 Misura del valore della temperatura interna. Sfasamento tra le misurazioni delle temperature esterna e interna

Il valore della temperatura interna  $t_i$  deve essere misurato nella parte centrale dell'ambiente e ad un'altezza di 150 cm dal pavimento. Lo strumento non deve essere influenzato da fonti di calore o effetti radianti. Per gli ambienti di grandi dimensioni, la misura della temperatura in °C viene effettuata in più punti e sempre a un'altezza di 150 cm dal pavimento, assumendo il valore dato dalla media aritmetica delle misure eseguite. In caso di uso di termometri registratori, il valore della temperatura media sarà dato dall'ordinata media del grafico di registrazione giornaliera della temperatura.

Sui valori della temperatura interna media sono ammesse tolleranze comprese tra - 1 e + 2 °C rispetto alle temperature di contratto. In particolare, per i locali che siano soggetti all'irradiazione solare o ad altre eventuali addizioni o sottrazioni di calore, si potranno ammettere tolleranze maggiori fino a due gradi in più o in meno. Nel caso di molti ambienti, si prenderanno in considerazione soltanto i più importanti e - 207 - mprevedibili. È importante, durante le operazioni di verifica, che gli ambienti siano riscaldati uniformemente.

La temperatura dei locali deve essere misurata dopo che è trascorsa almeno un'ora dalla chiusura delle finestre. È da tener presente che, in una qualunque ora del giorno, per la parte d'impianto a funzionamento continuo si potranno tenere aperte le finestre per 15 minuti.

Fa eccezione il riscaldamento degli ambienti con aerotermi.

Per la valutazione dello sfasamento tra il periodo di rilievo delle temperature esterna e interna e la durata del

rilievo della temperatura esterna, può farsi riferimento all'appendice B della norma **UNI 5364**.

**Tabella Durata del rilievo della temperatura esterna**

Caratteristiche della parete esterna	Tipo/spessore totale della parete esterna (m)	Capacità termica media		Durata del rilievo della temperatura esterna (ore)	Intervallo tra la fine del rilievo della temperatura esterna e l'inizio del rilievo della temperatura interna (ore)
		kcal/°C m <sup>2</sup>	Kj/K · m <sup>2</sup>		
Vetro	Semplice	1,8	7,5	3	0
Vetro	Doppio	2,5	10	6	0
Laterizio	0,05÷0,15	35	146	12	3
Laterizio	0,16÷0,25	105	293	24	6
Laterizio	0,26÷0,35	140	586	24	12
Laterizio con camera d'aria	0,36÷0,45	175	733	24	24
Laterizio con camera d'aria	0,46÷0,55	35	146	24	48
	0,25÷0,35	55	230	24	4
	0,36÷0,45				6

Per pareti aventi caratteristiche costruttive diverse, si dovrà calcolare la capacità calorifica media e, in base al confronto con i valori della tabella 81.12, si avrà la durata del rilievo e lo sfasamento tra la fine del rilievo della temperatura esterna e l'inizio del rilievo della temperatura interna.

#### 163.6 Misura della temperatura media di mandata e di ritorno dell'acqua

La temperatura di mandata dell'acqua è quella riferita alla temperatura dell'acqua di andata, misurata in corrispondenza del tubo di uscita dal generatore o collettore di uscita in caso di caldaie in parallelo.

La temperatura di ritorno è la temperatura misurata in corrispondenza del tubo di ritorno o collettore di ritorno in caso di caldaie in parallelo.

Le suddette temperature, solitamente riferite a valori medi sulla base di diverse letture effettuate nel corso della giornata, devono essere misurate con appositi termometri schermati e posizionati in modo tale da non risultare influenzati da condizioni esterne.

#### 163.7 Misura della temperatura dei fumi

Al fine di agevolare analisi e campionamenti, devono essere predisposti alla base del camino due fori allineati sull'asse del camino con relativa chiusura a tenuta. In caso di impianti con potenza termica nominale superiore a 580 Kw, due identici fori devono essere predisposti anche alla sommità dei camini in posizione accessibile per le verifiche. La distanza di tali fori dalla bocca non deve essere inferiore a cinque volte il diametro medio della sezione del camino e comunque a 1,50 m. In ogni caso, i fori devono avere un diametro idoneo a garantire l'effettiva realizzazione di analisi e campionamenti.

I fori alla base del camino devono trovarsi in un tratto rettilineo del camino e a distanza non inferiore a cinque volte la dimensione minima della sezione retta interna, da qualunque cambiamento di direzione o di sezione.

Qualora esistano impossibilità tecniche di praticare i fori alla base del camino alla distanza stabilita, questi possono essere praticati alla sommità del camino con distanza minima dalla bocca di 1,5 m in posizione accessibile per le verifiche.

#### NORMA DI RIFERIMENTO

**D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152**, parte V, allegato IX.

## CAPO 18 – ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI

### Art. 164. Prove non distruttive sulle murature in situ

#### *Generalità*

Negli interventi di consolidamento, di recupero strutturale e 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.

#### *Metodi vibrazionali per la verifica dello stato tensionale nelle catene*

L'applicazione dell'analisi dinamica, in termini di frequenze a catene in condizioni di vibrazione libera, permette di acquisire indicazioni sull'entità della azione assiale agente sull'elemento prima e dopo l'intervento di consolidamento. La prova viene condotta posizionando gli accelerometri in punti caratteristici, in mezzeria ed ai quarti della luce della catena, rilevando le accelerazioni determinate dalla sollecitazione impulsiva applicata; dagli accelerogrammi così determinati vengono estratti i valori corrispondenti all'oscillazione libera e viene valutata, dalla densità spettrale di potenza del segnale registrato, la frequenza propria del primo modo di vibrare. Note le caratteristiche geometriche ed elastiche della catena, assunto come modello di riferimento quello della corda vibrante è possibile il calcolo per la valutazione dell'entità del carico assiale.

La validità del modello assunto è subordinata alla validità delle seguenti ipotesi:

- rigidità flessionale della catena trascurabile;
- configurazione rettilinea della catena;
- vincoli non cedevoli.

La verifica delle ipotesi sopra indicate è possibile attraverso un'analisi dei risultati sperimentali in quanto esiste una relazione lineare tra la frequenza fondamentale e le successive.

### **Art. 165. 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 EN2883.

#### *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 165.1. Controllo di qualità delle strutture saldate**

Controllo indiretto	Controllo diretto
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 tipi (1):

- *disomogeneità metallurgiche* (chimiche o strutturali) tra la zona fusa e/o la zona termicamente alterata ed 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);

---

(1) 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, et.);
- 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.

- *discontinuità metalliche*, nocive essenzialmente alle caratteristiche meccaniche, ma che in certi casi possono influenzare anche altre caratteristiche del giunto come, ad esempio, 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*. E' riscontrabile nei giunti di testa;
- b) *cordone d'angolo troppo convesso*. E' tipico dei giunti d'angolo dovuto ad errato maneggio dell'elettrodo da parte del saldatore e dipendono 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 in punti di ripresa, etc.;
- 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;
- 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.

E' 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 ed 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 sopportare 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 ed i 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, etc. per pezzi usati;
2. *Applicazione*. Consiste nell'applicazione del liquido penetrante(2) 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;
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 ed 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 .

---

(2) Il tipo di liquido penetrante dipende dagli obiettivi del metodo di controllo.

### *Metodo magnetico*

E' 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 od 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. E' utilizzato ampiamente per il controllo delle saldature specialmente a piena penetrazione .

I metodi ultrasonici si possono classificare in :

- *tecnica per trasmissione o per trasparenza.* La tecnica si basa sulla misurazione delle onde ultrasoniche inviate da una sonda emittente che dopo avere attraversato l'elemento arrivano ad una sonda ricevente posizionata nella parte opposta;

- *tecnica per riflessione.* La tecnica utilizza un solo trasduttore angolare rice-trasmittente e sfrutta l'energia degli ultrasuoni, continue 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 uno 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.* La tecnica si basa sul fenomeno della risonanza quando l'elemento viene attraversato da un'onda ultrasonica continua;

- *tecnica ad echi multipli.* La tecnica è una variante di quella 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 ad 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 informativi 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 consiglino 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. 14 gennaio 2008, 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 devono essere tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ . Le chiavi impiegate per il serraggio e nelle verifiche dovranno essere munite di un certificato di taratura emesso in data non superiore all'anno. Il valore della coppia di serraggio  $T_s$ , da applicare sul dado o sulla testa del bullone, in funzione dello sforzo normale  $N_s$  presente nel gambo del bullone è dato dalla seguente relazione:

$$T_s = 0,20 \cdot N_s \cdot d$$

dove  $d$  è il diametro nominale di filettatura del bullone,  $N_s = 0,80 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$ , essendo  $A_{res}$  l'area della sezione resistente della vite e  $f_{k,N}$  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 ed il modo in cui devono essere montate le rosette.

**Tabella 165.2 -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 <sup>2</sup> )	Coppia di serraggio Ts (N·m)					Forza normale Ts (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 lamiera 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 riportati le seguenti caratteristiche: valore della coppia di serraggio, mancanza del bullone, non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, etc.

## Art. 166. Prove sugli infissi

### 166.1 Generalità

Il direttore dei lavori potrà eseguire prove di accettazione su campioni di infissi prelevati casualmente in cantiere per accertare la rispondenza dei materiali forniti alle prescrizioni contrattuali.

Sui campioni devono essere effettuate almeno le seguenti prove, alcune specifiche per gli infissi esterni:

- permeabilità all'aria (norma **UNI EN 1026**);
- tenuta all'acqua (norma **UNI EN 1027**);
- resistenza al carico del vento (norma **UNI EN 12211**);
- resistenza all'apertura e alla chiusura ripetuta (norma **UNI EN 1191**);
- calcolo della trasmittanza termica (norma **UNI EN ISO 10077-1**);
- isolamento termico (norma **UNI EN ISO 12567-1**).

I campioni di prova devono essere perfettamente funzionanti e devono essere prelevati in contraddittorio con

l'esecutore. La prova deve essere eseguita da un laboratorio ufficiale.

Le prove, a discrezione della direzione dei lavori, possono essere sostituite da certificati di prove effettuate su serramenti identici a quelli oggetto della fornitura.

#### *166.2 Norme di riferimento*

a) prove in laboratorio:

**UNI EN 1026** - *Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Metodo di prova;*

**UNI EN 1027** - *Finestre e porte. Tenuta all'acqua. Metodo di prova;*

**UNI EN 12211** - *Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Metodo di prova;*

**UNI EN 1191** - *Finestre e porte. Resistenza all'apertura e la chiusura ripetuta. Metodo di prova.*

b) trasmittanza termica:

**UNI EN ISO 10077-1** - *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità;*

**UNI EN ISO 10077-2** - *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo numerico per i telai;*

**UNI EN ISO 12567-1** - *Isolamento termico di finestre e porte. Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda. Finestre e porte complete;*

**UNI EN ISO 12567-2** - *Isolamento termico di finestre e di porte. Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda. Parte 2: Finestre da tetto e altre finestre sporgenti.*

d) resistenza all'effrazione:

**UNI ENV 1628** - *Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza sotto carico statico;*

**UNI ENV 1629** - *Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza sotto carico dinamico;*

**UNI ENV 1630** - *Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'azione manuale di effrazione.*

f) classificazioni in base alle prestazioni:

**UNI EN 12207** - *Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Classificazione;*

**UNI EN 12208** - *Finestre e porte. Tenuta all'acqua. Classificazione;*

**UNI EN 12210** - *Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Classificazione.*

### **Art. 167. Prove di tenuta all'acqua**

Il Direttore dei Lavori a conclusione dell'esecuzione delle coperture e dei tamponamenti metallici dovrà eseguire prove, anche solo localizzate, per verificare la perfetta tenuta all'acqua anche in caso di completo allagamento nonché per verificare le condizioni di carico (freccie) e la resistenza ad azioni localizzate e quanto altro può essere verificato direttamente in sito a fronte delle prescrizioni di progetto.

