



**OGGETTO - REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E RIQUALIFICAZIONE PREVISTI ALL'INTERNO DEL PALAZZO DEL GHIACCIO DI TORRE PELLICE**

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**



Consorzio Stabile - S.c.ar.l.

**Mythos Consorzio Stabile S.c.ar.l.**  
 Sede legale: Via Trottechien, 61 - 11100 Aosta  
 Sedi operative:  
 Via Giolitti 24 - 10123 Torino  
 Via Lampedusa 13 - 20141 Milano  
 Passage du Verger 5 - 11100 Aosta  
 Piazza Italia 34 - 07100 Sassari



**Claudio Lucchin & Architetti Associati**  
 Via Galvani, 6c - 39100 Bolzano

**Coordinatore delle prestazioni specialistiche:**

Dott. Ing. Fabio Inzani

**Attività di rilievo:** arch. Daniela Varnier

**Progettazione strutturale:** arch. Edi Vuillemoz

**Progettazione architettonica:** arch. Giovannino Carota

**Progettazione impiantistica:** ing. Stefano Bonfante

**Coordinamento della sicurezza in progettazione:** ing. Roberto Taddia

**Progettazione antincendio:** dott. ing. Fabio Inzani



**PROGETTO ESECUTIVO**  
**ELABORATI DESCRITTIVI**  
**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PARTE II**  
**DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI**

**S.WW.E.002**

**data:**  
**maggio 2017**

**scala:**  
 ---

01	giugno 2017	Modifiche a seguito delle osservazioni dei validatori	MYT	Ing. Stefano Bonfante	Ing. Fabio Inzani
00	maggio 2017	Emissione PROGETTO ESECUTIVO	MYT	Ing. Stefano Bonfante	Ing. Fabio Inzani
Revisione	Data	Descrizione	Emissione	Verifica	Approvazione

## Sommario

1. Opere strutturali .....	2
1.1. Qualità e provenienza dei materiali .....	2
1.2. Prove dei materiali .....	4
1.3. Acciaio di armatura per c.a.....	5
1.4. Calcestruzzi .....	12
1.5. Casseforme e centinature .....	36
1.6. Struttura metallica di copertura.....	38
2. Opere edili.....	39
2.1. Premessa - normative e dati di progetto - materiali, forniture ed opere – qualità' e provenienza .	39
2.2. Lamiera metallica grecata di copertura.....	40
2.3. Pavimenti .....	43
2.3.1. Pavimentazioni in gomma piano pista .....	45
2.4. Controsoffitti.....	46
2.4.1. Controsoffitto in fibra minerale.....	47
2.5. Impermeabilizzazioni .....	48
2.6. Opere da pittore .....	52
3. Impianti elettrici .....	54
3.1. Quadri elettrici BT .....	54
3.2. Conduttori, cavi e accessori .....	57
3.3. Cavidotti, cassette, scatole di derivazione .....	59
3.4. Impianto fotovoltaico .....	62
3.4.1. Moduli Utilizzati .....	62
3.4.2. Inverter Utilizzati .....	63
3.4.3. Protezioni e dispositivi generali e di interfaccia .....	65
4. Impianti meccanici.....	67
4.1. Tubazioni .....	72
4.2. Impianto di raccolta acque bianche .....	73
4.3. Impianto di cogenerazione .....	73

## 1. OPERE STRUTTURALI

### 1.1. Qualità e provenienza dei materiali

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati. Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale d'Appalto DM 145/2000.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I materiali proveranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati.

#### Acqua.

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 (S.O. alla G.U. n. 65 del 18/3/1992) in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

#### Leganti idraulici.

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 14 febbraio 1992, alla legge 26 maggio 1965 n. 595 (G.U. n. 143 del 10.06.1965).

I leganti idraulici si distinguono in:

1) Cementi (di cui all'art. 1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 3.6.1968 che approva le "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 180 del 17.7.1968).

- D.M. 20.11.1984 "Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 353 del 27.12.1984).

- Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n. 26 del 31.1.1985).

- D.I. 9.3.1988 n. 126 "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi".



2) Agglomerati cementizi e calci idrauliche (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965).

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 31.8.1972 che approva le “Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche” (G.U. n. 287 del 6.11.1972).

#### **Calci aeree - Pozzolane.**

Dovranno corrispondere alle “Norme per l'accettazione delle calci aeree”, R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 ed alle “Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico”, R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

#### **Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerati cementizi.**

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 14 febbraio 1992 norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati; e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

#### **Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi da impiegare per pavimentazioni.**

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti “Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali” del C.N.R. (Fascicolo n. 4-Ed. 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

#### **Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni.**

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella “Tabella U.N.I. 2710 - Ed. giugno 1945” ed eventuali e successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

#### **Materiali laterizi.**

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti con R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" ed altre Norme UNI: 1607; 5628-65; 5629-65; 5630-65; 5631-65; 5632-65; 5633-65.

I materiali dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme e dovranno essere senza calcinaroli e impurità.

I forati e le tegole dovranno risultare di pasta fine ed omogenea, senza impurità, ben cotti, privi di nodi, di bolle, senza ghiaietto o calcinaroli, sonori alla percussione.

### **Manufatti di cemento.**

I manufatti di cemento di qualsiasi tipo dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con dimensioni uniformi, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle due estremità per consentire una sicura connessione.

### **Materiali ferrosi.**

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

In particolare essi si distinguono in:

- 1) - acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086;
- 2) - lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p.: dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 2/10 di mm;
- 3) - acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

## **1.2. Prove dei materiali**

### **Certificato di qualità**

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc...) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale. I certificati

dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

### Accertamenti preventivi

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a:

1.000 m<sup>3</sup> per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi,

500 m<sup>3</sup> per i conglomerati cementizi,

50 t per i cementi e le calci,

5.000 m per le barriere,

il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'Art. "Tempo utile per dare compiuti i lavori - penalità in caso di ritardo" delle Norme Generali.

### Prove di controllo in fase esecutiva

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, che saranno richiesti dalla D.L. e dalla Commissione di collaudo.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali saranno eseguite presso laboratori ufficiali. I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

## 1.3. Acciaio di armatura per c.a.

### Generalità

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 14/01/2008.

Per gli opportuni controlli da parte della DL, l'Appaltatore dovrà documentare di ogni partita di acciaio che entra in cantiere la provenienza, la qualità e il peso complessivo di tondini di uno stesso diametro.

Saranno ammessi solamente acciai controllati in stabilimento, per i quali l'Appaltatore dovrà produrre la documentazione prescritta dalle Norme in vigore, che certifichi gli avvenuti controlli e consentire alla DL di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Per le caratteristiche meccaniche delle piastre di ancoraggio e per i manicotti di giunzione delle armature per c.a.p., se di serie si farà riferimento alle indicazioni del produttore per quel tipo di armatura adottata ( barra – trefolo ); diversamente ci si atterrà alle indicazioni di progetto.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto nel D.M. 14/01/2008. È fatto divieto impiegare acciai non qualificati all'origine.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. 14/01/2008. Rimane comunque salva la facoltà del DL di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico del Appaltatore.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

### **Acciaio per c.a.**

Gli acciai da c.a. saranno tutti di qualità saldabile controllato in stabilimento, secondo quanto previsto nel D.M. 14/01/2008.

Per gli acciai per c.a. si adotterà il tipo B450C di qualità saldabile. Per i ganci di sollevamento di manufatti prefabbricati dovranno obbligatoriamente adottarsi acciai del tipo B450C o B450A, adottando diametri non superiori a Ø 24.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce ed in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita del peso max di 25 t; ogni partita minore di 25 t deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

Durante i lavori per ogni lotto di fornitura dovranno essere prelevati non meno di 3 campioni di 100cm di lunghezza cadauno, per ciascun diametro utilizzato, ed inviati a Laboratori Ufficiali.

In caso di risultati sfavorevoli di dette prove, il complesso di barre, al quale si riferisce il campione sarà rifiutato e dovrà essere allontanato dal cantiere.

Per il controllo del peso effettivo da ogni unità di collaudo, dovranno essere prelevate delle barre campione.

Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste dalle norme in vigore, il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze ed alle normative in vigore, dovranno essere aggiunte, modificando i disegni di progetto e dandone comunicazione alla DL, barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato. I campioni saranno prelevati in



contraddittorio ed inviati a cura del Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 14/01/2008. Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

### **Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata**

Gli acciai inossidabili dovranno rientrare nelle categorie di cui al D.M. 14/01/2008, e dovranno rispettare tutte le caratteristiche fisiche, tecnologiche e meccaniche ivi previste.

Dovranno inoltre essere del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico.

Per tali acciai il produttore dovrà fornire l'attestato di deposito rilasciato dal Servizio Tecnico del C.S. LL PP attraverso prove certificate da Laboratori Ufficiali, documentazione comprovante che tali acciai siano del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico, e precisato gli specifici provvedimenti di saldatura che dovranno essere utilizzati in cantiere o in officina.

Per i controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre si procederà come specificato nel D.M. 14/01/2008.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova, nonché l'accettazione della partita, sono analoghe a quelle riportate al precedente punto della presente Sezione.

L'uso di detto acciaio deve essere previsto rigorosamente in progetto, e giustificato alla luce delle situazioni ambientali, nonché concretamente motivato.

### **Reti in barre di acciaio elettrosaldate**

Le reti saranno in barre del tipo B450A, controllate in stabilimento e di qualità saldabile, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 35 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel D.M. 14/01/2008 e successivi aggiornamenti.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiamano le norme di cui ai precedenti punti.

### **Zincatura a caldo degli acciai**

Quando previsto in progetto gli acciai in barre e le reti in barre di acciaio elettrosaldate dovranno essere zincate a caldo.



## Qualità degli acciai da zincare a caldo

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03 - 0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15-0,25%.

Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI 6407/88 per gli acciai di qualità Fe B 400 S e Fe B 500 S.

## Zincatura a caldo per immersione

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.

Quando la zincatura viene effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spessore di 80-100 micron.

## Trattamento preliminare

Comprende operazioni di sgrassaggio, decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a 400-430 K.

## Immersione in bagno di zinco

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710-723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m<sup>2</sup>, corrispondente ad uno spessore di 85 micron  $\pm$  10%.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

## Finitura ed aderenza del rivestimento

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter venire rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzzate saranno rifiutate.

## Verifiche della zincatura

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di t 25.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni delle presenti Norme Tecniche.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Appaltatore ad una accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'Appaltatore dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese. Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a 610 g/m<sup>2</sup> +10% la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a 610 g/m<sup>2</sup> -10% la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese del Appaltatore.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata. In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma verrà applicata una penale al lotto che non possieda i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese del Appaltatore.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura del Appaltatore sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

## Certificazioni

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, previste dalle Norme di cui al DM 09/1/96 dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.

### **Posa in opera delle armature per c.a.**

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

L'Appaltatore dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

L'Appaltatore non potrà procedere al getto delle strutture armate prima che esse siano state ispezionate ed approvate dalla Direzione Lavori, salvo diverse disposizioni.

10

### **Giunzioni di barre da c.a.**

Eventuali giunzioni, quando non siano evitabili, dovranno essere realizzate con sovrapposizioni, mediante saldatura o mediante manicotti filettati e comunque nel rispetto della normativa vigente.

Le giunzioni delle reti elettrosaldate saranno realizzate sempre per sovrapposizione.

L'impiego di saldature in alternativa alle giunzioni per sovrapposizioni sarà consentito, risultando le barre di acciaio di qualità saldabile. Le modalità di saldatura dovranno essere comunicate tempestivamente dall'Impresa, e dovranno essere supportate con l'esito di alcune prove sperimentali.

Nel corso dei lavori, comunque, la Direzione Lavori avrà la facoltà di richiedere l'esecuzione di ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

### **Manicotti filettati per armature ordinarie**

Ove previsto, la esecuzione di giunzioni sarà effettuata mediante uso di speciali giunti meccanici prodotti espressamente per barre d'armatura.

Le giunzioni saranno realizzate per mezzo di manicotti a filettatura troncoconica, costituiti da acciaio ad alta resistenza. La voce di elenco prezzi delle armature per c.a. compensa, oltre agli oneri di fornitura e di installazione dei manicotti, gli oneri di esecuzione delle filettature troncoconiche alle estremità delle barre da collegare, la fornitura del tappo di protezione in materiale plastico della parte di manicotto non occupato dalla barra di prima fase durante il getto del calcestruzzo, la eventuale piastrina di fissaggio del manicotto



alla cassaforma, l'impiego di eventuali dime per il corretto posizionamento degli stessi, l'avvitamento delle barre filettate ai manicotti per mezzo di chiave dinamometrica certificata ed ogni altro eventuale onere per la dare il lavoro finito a regola d'arte.

Il manicotto dovrà essere fornito da Ditta con sistema di qualità certificato in grado di accompagnare ogni fornitura con test di trazione eseguiti in fase produttiva da un proprio laboratorio interno e dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

tensione di snervamento  $\geq 550\text{N/mm}^2$

tensione di rottura  $\geq 750\text{N/mm}^2$

Le filettature troncoconiche delle barre e quelle del manicotto dovranno essere realizzate in modo che la giunzione in opera garantisca un perfetto accoppiamento che non renderà necessario l'uso di controdadi.

Giunzioni meccaniche alternative potranno essere utilizzate previa approvazione da parte della D.L. e dietro presentazione della scheda tecnica che ne comprovi la equivalenza in termini di resistenza della giunzione.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

## Copriferri

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p. contenute nelle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (D.M. 14/01/2008) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3.00cm e comunque come indicato dal progettista.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere conforme al punto 4.1.3.3 del citato DM 9/gennaio/1996.

In corrispondenza di angoli o punti dove la piegatura delle barre da c.a. (effettuata secondo i raggi di curvatura previsti nel DM 9/gennaio/1996) rende il copriferro localmente superiore a 5.00cm, si dovrà prevedere la presenza di armatura secondaria di piccolo diametro sagomata in maniera tale da mantenere il copriferro non superiore, in alcun punto, a 5.00cm. In alternativa alle reti elettrosaldate si potrà far ricorso a barre di diametro non superiore a 8.00mm posizionate ad interasse non superiore ai 25.00cm e collegate da barre ortogonali di eguale diametro, di cui almeno una sullo spigolo, e distanziate non oltre 25.00cm.

La sovrapposizione tra l'armatura secondaria di frettaggio e le barre previste sui disegni di progetto sarà non minore di 20 volte il diametro della barra di frettaggio.

## Tolleranze

Tutte le armature presenti nel conglomerato cementizio, normale e precompresso, dovranno essere conformi a quanto previsto negli elaborati progettuali.

In particolare, le tolleranze ammesse sul peso e sul diametro nominale delle barre saranno conformi a quelle prescritte dalla Normativa vigente, mentre quella sulla posa in opera non dovrà essere superiore a  $\pm 2$  cm. Per quanto attiene il profilo di sagomatura, la tolleranza non dovrà essere superiore a  $\pm 5$  cm sulla lunghezza dei ferri longitudinali.

La tolleranza ammessa sul copriferro non potrà eccedere i 0,5cm.

## 1.4. Calcestruzzi

### Generalità

#### Normativa di riferimento

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” D.M. 14/01/2008 e delle norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI.

In particolare le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di Legge e le Norme emanate in materia.

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- D.M. 14/01/2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”
- Circolare 02/02/2009 n. 617 Istruzioni per l'applicazione del “Norme Tecniche per le Costruzioni”
- UNI 9858: “Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità”
- UNI 8991 “Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo”

L'Appaltatore sarà tenuto inoltre a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisorie (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori, i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio utilizzato per le opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà caratteristiche prestazionali non inferiori a quelle richieste dal progetto e dalle presenti norme tecniche.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Appaltatore i certificati dello studio preliminare di cui al punto precedente rilasciati da Laboratori Ufficiali ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

### Classificazione dei conglomerati cementizi

Nella Tabella I, vengono riportati i tipi di conglomerato cementizio ed i loro campi di impiego.

Tabella Ia

TIPO DI CLS	IMPIEGO DEI CONGLOMERATI	CLASSI Rck (minima)	CONSISTENZ A UNI 9418
I	Strutture in elevazione (pilastri, paramenti e muri di sostegno) e Solette gettate in opera	30 Mpa	S4
II	Strutture di fondazione, pali e plinti corrispondenti	30 Mpa	S3
III	Cls di sottofondazione (magroni)	15 Mpa	S3

13

Per tutte le opere possono essere adottate consistenze diverse previa autorizzazione della D.L. che valuterà i singoli casi.

S1 slump 1-5 cm
S2 slump 6-10 cm
S3 slump 11-15cm
S4 slump 16-20cm
S5 slump 21-25cm

Le prescrizioni relative alla classe di conglomerato cementizio (resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di stagionatura espressa in MPa) sono da ritenersi come minime al fine di garantire le prestazioni meccaniche richieste dal progetto esecutivo in funzione dei rapporti acqua/cemento individuati nel paragrafo dedicato alla durabilità dei cls.

### Durabilità dei calcestruzzi

La norma UNI 9858 elenca i requisiti dei calcestruzzi perché abbiano la durabilità adeguata alla classe di esposizione ambientale prevista. Tali caratteristiche interessano le seguenti caratteristiche dei cls:



il rapporto a/c massimo;  
 il dosaggio minimo del cemento;  
 il volume di aria inglobata;  
 la resistenza al gelo degli aggregati;  
 l'impermeabilità del cls;  
 il tipo di cemento utilizzato;  
 la stagionatura.

Sul calcestruzzo indurito si effettua, come misura indiretta del rapporto a/c, la misura della resistenza caratteristica  $R_{ck}$  poiché strettamente legata al suddetto rapporto, una volta stabilito il tipo e la classe di resistenza del cemento da utilizzare. Per questo si richiama l'attenzione sulla necessità di rispettare le specifiche indicate non solo per quel che riguarda la  $R_{ck}$ , ma altresì il tipo e la classe di resistenza del cemento. Infatti, se si confezionasse un calcestruzzo avente la stessa resistenza caratteristica ma con cemento di classe di resistenza superiore, si otterrebbe un prodotto meno rispondente ai requisiti di durabilità poiché caratterizzato da un rapporto a/c più elevato.

Per tutti i cls saranno impiegati aggregati resistenti al gelo, nonché sarà richiesto il requisito di impermeabilità degli stessi secondo UNI9858.

I cementi Pozzolanici e d'Altoforno prescritti si caratterizzano per una maggior stabilità chimica (resistenza ai solfati, ai cloruri e alla  $CO_2$  presente nelle acque), e per un più basso valore del calore d'idratazione attribuibile alla classe di resistenza 32.5 che, come è noto, offre maggiori garanzie se è necessario ottenere un calcestruzzo indurito esente anche da fessurazioni capillari.

La minima classe di esposizione da garantire per le opere a diretto contatto con il terreno e con la falda è la 2a+5a.

La durabilità del calcestruzzo si consegue, ancora, prevedendo un'opportuna lavorabilità per la posa in opera e la compattazione dei getti ed un'adeguata stagionatura.

La stagionatura infine, come trattato nel paragrafo dedicato, individua la durata minima per la protezione dei getti in relazione alle condizioni termoigrometriche dell'ambiente al momento del getto ed allo sviluppo della resistenza del calcestruzzo.

## Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi

### Cemento

Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

cemento pozzolanico;

cemento d'altoforno con contenuto di loppa non inferiore al 36%, che la Cementeria dovrà garantire specificando il metodo di misura;

cemento Portland, solo per le strutture prefabbricate per c.a.p.

Per le altre strutture è altresì ammesso l'uso del cemento Portland, a condizione che siano rispettati i seguenti limiti: il tenore di alluminato tricalcico (C3A) sia inferiore a 8%; il rapporto a/c sia inferiore di 0.05 di quanto prescritto per gli altri cementi; la resistenza sia superiore di 5.00 Mpa rispetto a quanto previsto per i cls confezionati con gli altri cementi in conformità alle prescrizioni inerenti la durabilità di cui al paragrafo precedente.

L'Appaltatore dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'istituto ICITE CNR e dal relativo marchio.

A cura ed a spese del Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovranno essere verificate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n. 595 D.M. 3/6/1968 e D.M. 13/9/1993 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni 250 t o frazione).

Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore.

È facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

## Inerti

Gli inerti impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava e dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste per la Classe A nella Norma UNI 8520 parte 2a.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche.

Non dovranno contenere i minerali dannosi:

pirite;

marcasite;

pirrotina;

gesso;

solfati solubili.

A cura del Appaltatore, sotto il controllo della DL, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un laboratorio ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla DL e dall'Appaltatore.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

Nella Tabella 2, sono riepilogate le principali prove cui devono essere sottoposti gli inerti.

Tali esami, dovranno essere effettuati prima dell'autorizzazione all'impiego, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava, ogni 8000 m3 di materiali impiegati e comunque almeno una volta all'anno, nonché ogni volta la Direzione Lavori lo riterrà necessario, salvo per quanto riguarda il contenuto di solfati e di cloruri che dovrà essere effettuato giornalmente.

Per quanto riguarda il coefficiente di forma degli inerti e la granulometria si dovrà verificare che soddisfino alle indicazioni riportate nel predetto punto, ogni 1000 m3 di materiale impiegato, nonché ogni volta che la DL lo riterrà necessario.

Tabella 2

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 UNI 8520 (parte 20)	Perdita di massa $\leq 4\%$ dopo 20 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	CNR 34 UNI 8520 (parte 19)	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità delle soluzioni solfatiche	UNI 8520 (parte 10)	Perdita di massa dopo 5 cicli $\leq 10\%$
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 (parte 11)	$SO_3 \leq 0,05\%$
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 (parte 15)	$ES \geq 80$ $VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{gr}$ di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 (parte 4)	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 (parte 14)	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Poteniale reattività dell'aggregato: metodo chimico	UNI 8520 (parte 22)	UNI 8520 (parte 22 punto 4)



CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
	Potenziale attività delle miscele cemento aggregati: metodo del prisma di malta		UNI 8520 (parte 22 punto 5)
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 (parte 12)	$CI \leq 0,05\%$
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 (parte 18)	$Cf \geq 0,15$ ( $D_{max} = 32$ mm) $Cf \geq 0,12$ ( $D_{max} = 64$ mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla D.L. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 5000 mc di aggregati impiegati, con un minimo di 2 prove.		

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un diametro massimo  $D_{max}$  fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un diametro massimo  $D_{max}$  fino a 64 mm).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà consentire di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, etc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, etc.).

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno tre pezzature, la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche appartenenti alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, appartenenti alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima ( $D_{max}$ ) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;

minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;

minore dello spessore del copriferro.

## Acqua di impasto

L'acqua di impasto dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con DM 09/01/1996 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971.

L'acqua proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate di seguito.

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro.

In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tenere conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

18

## Additivi e disarmanti

L'Appaltatore dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109, 7120 e 8145.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

## Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi superfluidificanti di nuova generazione a rilascio progressivo al fine di realizzare calcestruzzi reoplastici preconfezionati ad elevato mantenimento della lavorabilità.

Nel caso si verifichi una perdita di lavorabilità sono ammesse riaggiunte di additivi superfluidificanti dello stesso tipo già inserito precedentemente nell'impasto con un quantitativo massimo di 300cc per ogni 100 kg di cemento

Nel caso che la lavorabilità prevista non venga ottenuta dopo la riaggiunta di additivi a piè d'opera il calcestruzzo verrà scartato.

La classe di consistenza dovrà essere sempre garantita al momento della posa.

In caso di particolari condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati ulteriori additivi aeranti, fluidificante - ritardante e accelerante.

Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio.

Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore e comunque esso non dovrà superare il 2 % in peso rispetto al cemento.

### Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.

I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

### Additivi antigelo

Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi.

Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

La percentuale di aria inglobata varierà in funzione del diametro massimo, vedi tabella seguente, degli inerti e sarà misurata secondo la UNI6395 sul cls fresco all'atto della posa in opera con tolleranza di  $\pm 1\%$ .

Dmax aggregati	% aria occlusa
10	7
12.5	6.5
20	6
25	5
40	4.5
50	4
75	3.5

In sede di posa in opera saranno adottati gli opportuni accorgimenti affinché non si abbia una riduzione del tenore d'aria al di sotto dei limiti di tabella.

Gli additivi aeranti saranno conformi a quanto indicato nella norma ASTM C260 e dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera in soluzione con l'acqua di impasto con un sistema tale da garantire una tolleranza pari al 5% e che ne assicuri la omogenea dispersione nell'impasto.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà fornire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle vigenti norme UNI.

### Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Appaltatore è tenuto all'osservanza del D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le Costruzioni" e successiva Circolare 02/02/2009 n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Lo studio, per ogni tipo di conglomerato cementizio, dovrà essere fornito almeno 30 giorni prima dell'inizio dei getti. Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio Ufficiale a cura ed onere del Appaltatore, dovrà comprovare la conformità del conglomerato cementizio e dei singoli componenti.

In particolare, nella relazione di qualificazione dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$ ;

rapporto a/c;

peso di volume;

tipo e dosaggio degli additivi;

- classe di esposizione e durabilità delle opere (UNI9858 e UNI8981);
- lavorabilità (abbassamento al cono di ABRAMS UNI 9418/89);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipo e dosaggio di cemento;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI 6133/83;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (UNI 7699 - ISO DIS 7032 - DIN 1048);
- accorgimenti da adottare in caso di lavorazioni da eseguirsi in presenza di temperature rigide (al di sotto di 278 K);

descrizione del ciclo termico e descrizione dell'impianto che si intenderà utilizzare in caso di maturazione accelerata a vapore;

evoluzione della resistenza nel tempo in funzione del procedimento di maturazione impiegato.

Inoltre, si dovrà sottoporre all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che si intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;



d) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;

lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato in precedenza sulla base delle classi di esposizione individuate per le singole opere o parti di esse.

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella 1.

Le miscele verranno autorizzate qualora la resistenza a compressione caratteristica per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, non si discosti di  $\pm 10\%$  dalla resistenza indicata nella relazione di qualificazione.

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.

L'esame e la verifica, da parte della DL dei certificati dello studio preliminare, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla DL, l'Appaltatore rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera.

Qualora eccezionalmente, si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Appaltatore impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI 9858/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858.

In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.

21

### **Prove in fase di qualifica dei conglomerati cementizi**

La Direzione Lavori potrà fare eseguire prove sui provini confezionati in fase di qualifica dei cls finalizzate a valutare la durabilità.

Le prove potranno essere:

prove di resistenza al gelo;

prove di permeabilità all'aria;

prove di assorbimento d'acqua;

prove di scagliamento in presenza di cloruri;

prove di penetrabilità dei cloruri e solfati.

## Prova di resistenza al gelo

La prova di resistenza al gelo verrà effettuata sottoponendo i campioni a cicli di gelo e disgelo secondo UNI7087. Le variazioni delle caratteristiche dei provini saranno contenute entro i limiti seguenti:

Riduzione del modulo di elasticità:	20%
Perdita di massa:	2%
Espansione lineare:	0÷2%
Coefficiente di permeabilità:	
- prima dei cicli	10-9 cm/sec
- dopo i cicli	10-8 cm/sec

## Prova del grado di permeabilità all'aria

Per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio verrà impiegato il metodo di Figg su richiesta della Direzione Lavori.

Il metodo di Figg è diretto a fornire elementi di giudizio sulla capacità del conglomerato cementizio a resistere agli attacchi chimico-fisici dell'ambiente.

La prova si basa sul fatto che la relazione esistente tra un gradiente di depressione, creato in un foro di un blocco di conglomerato cementizio ed il tempo necessario perché tale gradiente si annulli, è pressoché lineare.

Le apparecchiature impiegate consistono:

Trapano a bassa velocità dotato di sistema di bloccaggio della profondità, con punte da 10 e 12 mm di diametro;

cilindri in gomma del diametro di 12 mm e altezza di 10 mm;

aghi ipodermici;

calibratore di pressione dotato di pompa manuale per il vuoto con le apposite tubazioni per la connessione del sistema agli aghi ipodermici;

silicone;

n° 2 cronometri.

Metodologia di prova

Per eseguire la prova occorre delimitare un'area triangolare avente i lati di 10 cm; in corrispondenza dei tre vertici dovranno essere realizzati, perpendicolarmente alla superficie del conglomerato cementizio, dei fori da 40 mm di profondità aventi diametro di 12 mm per i primi 20 mm e diametro di 10 mm per i restanti 20 mm.

Nella parte superiore del foro viene inserito un cilindro in gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti del conglomerato cementizio e isolare completamente la parte inferiore del foro.

Quest'ultima viene raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale viene creata una depressione di poco superiore a 0,55 bar.

La prova consiste nel misurare il tempo occorrente per ottenere un incremento di pressione da -0,55 a -0,50 bar.

Per conglomerati cementizi poco permeabili ( $T > 3000$  s), vista la proporzionalità indiretta tra tempo e pressione, la suddetta determinazione può essere assunta pari a cinque volte il tempo parziale corrispondente alla variazione di pressione tra -0,55 e -0,54 bar.

Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi.

Nella tabella che segue è riportato, in funzione del tempo, il giudizio sulla qualità del conglomerato cementizio.

La categoria di appartenenza, in rapporto alla permeabilità all'aria, verrà stabilita sulla base di tre prove effettuate su una superficie di 1,00 m<sup>2</sup> e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli di tempo riportati in tabella:

TEMPO	GIUDIZIO	CATEGORIA
< 30	Scarso	0,00
30 – 100	Sufficiente	1,00
100 – 300	Discreto	2,00
300 – 1000	Buono	3,00
> 1000	Eccellente	4,00

Resoconto di prova

Dovrà comprendere:

data della prova;

caratteristiche fisiche dell'area analizzata;

provenienza e caratteristiche dell'impasto usato; tipo e granulometria degli aggregati; rapporto A/C; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo di eventuali additivi; contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;

classe di permeabilità del conglomerato cementizio determinata sulla base dei risultati ottenuti, che dovranno essere tabellati e riportati su grafico;

ogni altra informazione utile.

### Prova di assorbimento d'acqua

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica sarà eseguita secondo UNI7699.

### **Prova di scagliatura in presenza di cloruri**

La prova sarà eseguita secondo la norma UNI vigente.

### **Prova di penetrabilità dei cloruri e solfati**

La prova di penetrabilità dei cloruri sarà eseguita secondo la norma UNI7928.

La prova di penetrabilità dei solfati sarà eseguita secondo la norma UNI8019.

### **Controlli in corso d'opera**

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati, per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o all'impianto di confezionamento, ad eccezione delle determinazioni chimiche che dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.

Le prove potranno essere sul cls fresco o sul cls indurito, eseguite con le modalità descritte nel paragrafo dedicato ai controlli in fase di qualifica o secondo quanto descritto nei paragrafi successivi.

24

### **Inerti**

Gli inerti oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate dovranno appartenere a classi granulometricamente diverse e mescolati nelle percentuali richieste formando miscele granulometricamente costanti tali che l'impasto fresco ed indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, aria inglobata, permeabilità e ritiro.

La curva granulometrica dovrà, in relazione al dosaggio di cemento, garantire la massima compattezza al conglomerato cementizio.

Il diametro massimo dell'inerte dovrà essere scelto in funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle cassaforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera.

I controlli saranno quelli riportati in tabella 2 nel paragrafo precedente.

### **Resistenza dei conglomerati cementizi**

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste nel D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n. 3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n. 2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso, resta inteso che il secondo prelievo



andrà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica ( $R_{ck}$ ) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la DL potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della  $R_{ck}$  inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese del Appaltatore, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine.

Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la  $R_{ck}$  è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso che la  $R_{ck}$  non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la  $R_{ck}$  risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Nel caso in cui la DL richieda il prelievo di campioni da strutture già realizzate e stagionate, questo prelievo da eseguire in contraddittorio, potrà avvenire sia asportando un blocco informe dal quale ricavare successivamente i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare un numero adeguato di provini cilindrici mediante operazioni di taglio e verifica delle basi.

Sulle opere già eseguite potranno essere eseguite prove non distruttive, a mezzo di sclerometro od altre apparecchiature.

Con lo sclerometro le modalità di prova saranno le seguenti:

nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata un'area non superiore a 0,1 m<sup>2</sup>, su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta. Si determinerà la media aritmetica di tali valori.

Verranno scartati i valori che differiscono più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala sclerometro.

Tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo.

Se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova sarà ritenuta non valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.

Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice. La DL si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione.

Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture, secondo le metodologie precedentemente richiamate.

La stima delle caratteristiche meccaniche sui provini cubici e/o cilindrici ricavati dal carotaggio della struttura potrà essere effettuata adottando la metodologia di seguito descritta.

L'affidabilità della stima della resistenza caratteristica del conglomerato cementizio si dovrà basare sul numero di provini  $n$  il cui diametro, di norma non inferiore a 100 mm, dovrà essere compreso tra 2,5 e 5 volte il diametro massimo dell'aggregato impiegato.

Il rapporto tra altezza e diametro del provino cilindrico tra il valore  $s = 1,0$  e  $s = 1,2$ .

Nel caso di provini cubici si assume  $s = 1,0$ .

Per ogni lotto di conglomerato di 100 m<sup>3</sup> di conglomerato cementizio indagato o frazione,  $n$  dovrà essere non inferiore a 4 (quattro).

Al fine di riportare la resistenza misurata sul provino prelevato dalla struttura a quella del corrispondente provino cubico prelevato durante il getto, si dovranno adottare le seguenti relazioni valide rispettivamente per carotaggi eseguiti perpendicolarmente e parallelamente alla direzione di getto:

$$R_i = 2.5 \text{ daN/mm}^2 / (1.5 + 1/s)$$

$$R_i = 2.3 \text{ daN/mm}^2 / (1.5 + 1/s)$$

Dove  $\text{daN/mm}^2$  è la resistenza a compressione misurata sul singolo provino cilindrico o cubico sottoposto a prova di compressione semplice previste dalla Norma UNI 6132.

Poiché l'attendibilità dei risultati, al 95% dell'intervallo di confidenza, è stimata pari a:

$$\pm 12\% / (n)^{1/2}$$

la valutazione della resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio indagato risulta:

$$F_{stim} = (1 - (12\% / (n)^{1/2})) R_i \text{ daN/mm}^2/n$$

dove:

$F_{stim}$  = resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio;

$n$  = numero dei provini relativi al lotto di conglomerato cementizio indagato;

$R_i$  = resistenza cubica del singolo provino prelevato.

Tale resistenza dovrà essere incrementata di un coefficiente  $b$ , assunto pari a 1,20, per tenere in considerazione eventuali disturbi arrecati dal carotaggio, differenti condizioni di costipazione, maturazione, conservazione tra il conglomerato cementizio gettato in opera e quello dei provini cubici prelevati per determinare la resistenza caratteristica  $R_{ck}$ .

Pertanto, se :

$$(F_{stim} \cdot b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 > R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera è conforme a quella prevista in progetto;

ovvero, se:

$$(F_{stim} \cdot b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 < R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera non è conforme a quella prevista nel progetto ed in tal caso la DL, sentito il progettista, al fine di accettare si riserva di adottare più accurate determinazioni e verifiche che saranno a totale carico dell'Impresa.

Le prove di compressione sulle carote o cubi dovranno essere eseguite esclusivamente presso Laboratori Ufficiali.

I dati riscontrati dovranno essere registrati con data, ora e punti di prelievo, comprensivi delle note di commento a cura della DL.

### Controllo della lavorabilità

27

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89. Detta prova sarà effettuata ad ogni autobetoniera, nei pressi del getto, dal personale del laboratorio dell'Impresa o dal personale dei laboratori di fiducia della Direzione Lavori. Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S1, S2, S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri a cui fare riferimento per la valutazione della prova sarà quello riportato nello studio progettuale. Ad ogni controllo verrà redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzione Lavori. Qualora l'abbassamento, con tolleranza di  $\pm 1$  cm, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto di eventuali manipolazioni, ma bensì sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 23 cm.

Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la norma UNI 8020/89 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89.

### Controllo del rapporto acqua/cemento

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI 8520 parte 13 e 16, condizione di inerte "saturo a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto).

Il suddetto rapporto, dovrà essere controllato secondo le indicazioni riportate nella Norma UNI 6393 (par. 5 e 6), e non dovrà discostarsi di  $\pm 0.02$  da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.



Il rapporto a/c dovrà essere controllato in cantiere almeno una volta al giorno, tale rapporto non dovrà scostarsi più del  $\pm 0.02$  da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

### **Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio**

L'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto, dovrà essere verificata vagliando ad umido due campioni, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4 mm.

La percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio dei due campioni non dovrà differire più del 10%, inoltre lo slump degli stessi prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm.

Tale controllo sarà eseguito periodicamente in corso d'opera.

### **Controllo del contenuto di aria**

La prova del contenuto di aria dovrà essere effettuata ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante.

Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395 – 72.

Tale contenuto dovrà essere determinato con le cadenze previste al punto 11.3.10 della Norma UNI 9858.

### **Controllo del contenuto, del tipo e della classe di cemento**

Il controllo del contenuto di cemento dovrà essere eseguito su conglomerato cementizio fresco, secondo quanto stabilito dalle Norme UNI 6126 – 72 e 6394 – 69.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta del luogo di esecuzione, in quanto tale prova deve essere eseguita su conglomerato cementizio fresco, entro 30 minuti dall'impasto.

Il controllo sul tipo e classe di cemento sarà eseguito mediante analisi chimica effettuata presso Laboratori Ufficiali di campioni prelevati in corso d'opera o direttamente presso le centrali di betonaggio.

Tali controlli saranno eseguiti periodicamente in corso d'opera.

### **Controllo della Rckj**

Potrà essere richiesto il controllo della Rck per diverse epoche di maturazione su campioni appositamente prelevati durante le operazioni di posa in opera.

Controllo della peso di volume

Potrà essere richiesto il controllo il controllo del peso di volume sia per i cls ordinari sia per i cls alleggeriti.

### **Tecnologia esecutiva delle opere**

Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione, dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.



Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Il dispositivo di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia.

Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie.

La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco.

Gli inerti dovranno essere stoccati in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti.

Gli aggregati verranno prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati.

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al punto 1.5.5.

Per quanto non specificato, vale la Norma UNI 7163 – 79.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Appaltatore.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

La lavorabilità non potrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del conglomerato cementizio.

L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla DL, anche se non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese del Appaltatore, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura possa scenda al di sotto di 278 K (5 °C), se l'impianto di betonaggio non è dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto sia superiore a 287 K (14 °C).

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

### Trasporto

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

Lo scarico dei componenti nel tamburo delle autobetoniere dovrà avvenire in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga scaricata prima del cemento e degli altri aggregati.

Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare l'eventuale diminuzione di efficacia dovuta sia all'accumulo di conglomerato indurito o legante che per l'usura delle lame.

Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla sulla quale dovranno essere riportati:

data;

tipo e classe di conglomerato;

tipo, classe e dosaggio di cemento;

dimensione massima dell'aggregato;

la classe di consistenza;

i metri cubi trasportati;

l'ora di partenza dall'impianto di confezionamento;

la struttura a cui è destinato.

L'Appaltatore dovrà esibire detta documentazione alla DL.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Appaltatore adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al paragrafo precedente della presente sezione.

La lavorabilità dell'impasto sarà controllata, secondo quanto indicato al paragrafo precedente, sia all'uscita dell'impianto di betonaggio o dalla bocca della betoniera, sia al termine dello scarico in opera, la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 7163 – 79, salvo l'uso di particolari additivi.

Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore dello “slump” dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.

In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore ai 90 minuti.

E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

### **Posa in opera**

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme. 31

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Appaltatore provvederà, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.



Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Appaltatore dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze. Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di piastre vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale, saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento, immediatamente dopo il disarmo, ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico del Appaltatore.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 5 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

malta fine di cemento;

conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco non dovrà mai essere superiore a 100 cm misurati dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formatisi, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio.

Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrare efficacemente.



Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli, preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo Impermeabile (waterstop) , o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La massa volumica del conglomerato cementizio indurito, misurata secondo la Norma UNI 6394 su provini prelevati dalla struttura, non dovrà risultare inferiore al 97% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel mix design.

### **Tolleranze Geometriche**

Gli elementi strutturali devono essere realizzati e posizionati secondo le geometrie e le indicazioni di progetto, salvo variazioni richieste dalla D.L. in specifiche situazioni.

Le tolleranze relative alle strutture in calcestruzzo gettato in opera sono le seguenti:

deviazione dalla posizione relativa:  $\pm 10\text{mm}$ ;

deviazione dalla verticale:  $\pm 5\text{ mm}$  in 3 ml, con un massimo di  $\pm 15\text{ mm}$ .

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere e/o lavorazioni sostitutive e/o complementari, comprese le demolizioni, che a giudizio della Direzione Lavori si rendessero necessarie per garantire la piena funzionalità delle strutture in caso di esecuzione non conforme alle specifiche progettuali o alle tolleranze ammesse.

33

### **Riprese di getto**

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Appaltatore possa avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi.

Nel caso ciò non fosse possibile, dopo aver interrotto il getto e prima che inizi il processo di indurimento del cls, la superficie di conglomerato cementizio dovrà essere adeguatamente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza con i getti successivi.

La Direzione Lavori avrà altresì la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario e senza che l'Appaltatore possa avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi, l'utilizzo di opportune resine come aggrappanti per la ripresa di getti. Le caratteristiche e le modalità di applicazione delle resine saranno sottoposte per accettazione alla Direzione Lavori da parte dell'Appaltatore.

Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

### **Posa in opera in climi freddi**

Il clima si definisce freddo quando la temperatura risulta inferiore a 278 K (5 °C).

Valgono le prescrizioni riportate nel punto “Confezione dei conglomerati cementizi” della presente sezione. Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a 287 K (14 °C) e che non siano congelate o innevate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

### **Posa in opera in climi caldi**

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 298 K (25 °C), per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato.

Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto.

Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla DL.

E' tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte.

Per i tempi di rimozione dei casseri si dovrà rispettare quanto previsto nella Norma UNI 9858.

### **Stagionatura e disarmo**

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Appaltatore dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5-1,5 kg/m<sup>3</sup>.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera.

In casi particolari la DL potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

### **Disarmo**

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

In assenza di specifici accertamenti, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto prescritto dal D.M. 14/01/2008.

Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

La DL potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione.

In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

35

### **Protezione dopo la scasseratura**

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma 9858/91; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e impermeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI 9858.

### **Giunti di discontinuità nelle strutture in conglomerato cementizio**

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti a faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate, e devono seguire le indicazioni di progetto.



I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioossipropilene, polioossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

### 1.5. Casseforme e centinature

#### Normativa di riferimento

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche emanate in applicazione all'art. 21 della legge n° 1086 del 05/11/1971 e delle norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI.

In particolare le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di Legge e le Norme emanate in materia.

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Circolare 02/02/2009 n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni";

UNI 9858: "Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità"

UNI 8991 "Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo"

L'Appaltatore sarà tenuto inoltre a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisorie (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere provvisorie non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

#### Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione

Per tali opere provvisorie l'Appaltatore porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità del Appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.



Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in parte isolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianza sulle facce in vista del getto.

La superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico.

Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati al punto dedicato dell'articolo "Calcestruzzi".

Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetteria a perdere, inglobata nell'opera, si dovrà verificare la sua funzionalità se è elemento portante e che non sia dannosa se è elemento accessorio.

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito. Si dovrà far uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui che 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. Se verranno impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e, qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata nel qual caso la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora sia prevista la realizzazione di conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore.

Salvo diversamente previsto negli elaborati progettuali, le casseforme a perdere per la realizzazione degli alleggerimenti saranno eseguite casseforme a perdere, realizzate con pannelli di rete tipo “PERNERVOMETAL” o similare montate su strutture di irrigidimento, in tondino di acciaio o in legno, per la costituzione di zone di alleggerimento.

In alternativa, tali zone di alleggerimento potranno essere realizzate con blocchi di polistirolo espanso di adeguato peso specifico, sufficiente cioè a sopportare le pressioni del calcestruzzo in fase di presa.

Sistemi alternativi a quelli descritti potranno essere adottati dall'Appaltatore previa approvazione della Direzione Lavori.

## 1.6. Struttura metallica di copertura

### Modalità di intervento specifiche in corrispondenza dei pilastri della nuova copertura metallica

Gli elementi verticali della nuova copertura, che fungerà da sostegno all'impianto fotovoltaico e garantirà l'assenza di tratti scoperti rispetto all'attuale piano di posa degli impianti tecnologici, spiccheranno a partire dai pilastri in cemento armato di sostegno dell'ultimo solaio. Per la realizzazione dell'opera sono previste le seguenti lavorazioni elementari in corrispondenza di ogni nuovo ritto verticale in carpenteria metallica: **i)** Rimozione delle guaine di impermeabilizzazione, rimozione della coibentazione esistente e demolizione della caldana sino a raggiungere dell'estradosso del solaio strutturale; **ii)** realizzazione di fori di diametro pari a 25mm e profondità di 40cm per il posizionamento delle barre strutturali di diametro pari a 20mm di collegamento con i pilastri esistenti con successivo inghisaggio delle barre con ancorante chimico; **iii)** predisposizione dell'armatura e realizzazione del rialzo del pilastro con dado in cemento armato di altezza media pari a 45cm al fine di riportare su un unico livello il piano di appoggio dei nuovi pilastri metallici; **iv)** Posizionamento dei pilastri metallici completi delle piastre di base asolate e bulloni per la registrazione e messa in quota degli stessi; **v)** Sigillatura dello spazio tra le piastre metalliche di base ed il rialzo del pilastro con malta in cemento strutturale colabile tipo Mapegrout; **vi)** Rispristino dello spessore della caldana e dei sistemi di coibentazione termica sino a riportare la pavimentazione alla quota preesistente.

38

Il tipo di profilati, le sezioni ed i particolari costruttivi dovranno garantire l'assoluta indeformabilità, il perfetto funzionamento, la durata e l'incorrodibilità.

Tutti gli elementi in acciaio ed in ferro delle forniture oggetto dell'appalto dovranno subire un trattamento di decapaggio o sabbiatura commerciale, oppure analoghi trattamenti atti a garantire la perfetta aderenza della verniciatura e della protezione, con una mano di antiruggine.

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e dimensioni, i tagli potranno essere eseguiti a cesoia o ad ossigeno; quelli in vista dovranno essere rifiniti con la smerigliatrice.

I fori per chiodi o bulloni dovranno sempre essere eseguiti con il trapano. Le unioni dei vari elementi componenti le strutture o i manufatti potranno essere realizzate mediante saldatura se eseguite in officina, o mediante bullonatura se eseguite in opera.

Occorre precisare che sarà necessario approntare diversi elementi in carpenteria metallica per dare in opera complete e funzionanti tutte le opere descritte nelle specifiche tecniche relative alle opere edili, strutturali e impiantistiche in particolare e in modo non esaustivo, saranno da prevedere:

- Baraccature e staffe di sostegno per canali, canaline, tubi, quadri elettrici;
- Struttura e pannelli per la mascheratura delle zone di passaggio tubazioni e canalizzazioni, ove previsto in progetto;
- Opere in lamiera metallica liscia, ondulata, striata ed operata per la realizzazione di grigliati, ecc.

L'opera è costituita da una struttura metallica a telaio con orditura principale e secondaria sulle quali vengono successivamente appoggiati profili a omega di varia altezza per realizzare la pendenza necessaria alla lamiera sopra ancorata per lo scolo dell'acqua piovana. La lamiera farà da supporto ai pannelli fotovoltaici.

La struttura metallica è costituita da:

- colonne verticali realizzate con profili HEB160 di altezza variabile in funzione della quota dei pilastri in c.c.a. esistenti;
- orditura principale con HEB160;
- orditura secondaria IPE 220;
- omega di dimensione variabile in funzione dalla posizione per garantire la pendenza richiesta della copertura.

39

L'impostazione della nuova copertura metallica fotovoltaica leggera è tale che i corrispondenti carichi non interessano mai direttamente il solaio o le travi esistenti, in quanto scarica le proprie sollecitazioni solo in corrispondenza dei pilastri c.c.a. esistenti.

## 2. OPERE EDILI

### 2.1. Premessa - normative e dati di progetto - materiali, forniture ed opere - qualità' e provenienza

#### Prescrizioni generali e Premessa sui materiali

Tutti i materiali, i componenti, i prodotti, le apparecchiature, le forniture in genere e quanto altro utilizzato, fornito e posto in opera nel presente Appalto dovrà essere nuovo, della migliore qualità in commercio, prodotto e lavorato a perfetta regola d'arte e dovrà risultare corrispondente al servizio a cui è stato destinato ed alle caratteristiche prestazionali richieste dall'opera compiuta di cui fa parte integrante.

È ammesso il riutilizzo di materiali esistenti in opera solo per lavori ed opere da eseguirsi nell'ambito di Edifici tutelati dalla Legge n° 1089/39 previa verifica delle qualità prestazionali dei manufatti di appartenenza, condotta secondo i dispositivi di cui al presente articolo (norme di accettazione) e/o speciali procedure previste dalle norme utilizzate e/o richiamate da indicazioni tecniche di settore.

La qualità dei materiali, componenti, prodotti, ecc. ricordati nel 1° comma del presente punto, dovrà corrispondere alle prescrizioni tecniche qui menzionate, alle norme tecniche di settore ed alle norme CNR-UNI e/o UNI EN ISO specifiche ed a quante altre menzionate negli articoli seguenti; essa, ove utile, dovrà



essere ottenuta e/o determinata mediante i protocolli riportati nel Capitolato Generale d'Appalto per le OO. che sono di competenza del Ministero dei LL.PP., e Speciale tipo per lavori edili, approvato dalla Assemblea Generale del C.S.LL.PP. n° 170 del 14.12.1990 e succ. mod. ed integr.

In ogni caso, qualora suddette prescrizioni tecniche non risultassero aggiornate rispetto a norme e prescrizioni successive, queste ultime si intendono integrative e/o sostitutive, per quanto necessario.

## Requisiti dei Materiali e delle Forniture

I materiali e le forniture dovranno corrispondere alle prescrizioni di Legge, a quelle del presente documento e agli altri atti contrattuali; dovranno essere delle migliori qualità e risultare della migliore lavorazione.

Tutti i materiali e le forniture dovranno essere muniti di MARCHIO DI QUALITÀ secondo le UNI EN ISO 9001 e/o essere prodotti da Aziende certificate, e, per quanto utile, possedere marchio CE secondo le Direttive CE 392/89 e successive modifiche ed integrazioni, ed essere conformi ai disposti di cui all'art. 6 del D. Lgs. n° 626/94.

Qualora non fosse possibile avere il Marchio di Qualità (forniture e/o apparecchiature prodotte con processi rispondenti alle UNI EN ISO 9001), i relativi materiali e le forniture, anche di provenienza e/o origine speciale, potranno essere ammesse dopo essere stati sottoposti a prove e/o esami, il cui esito risulti positivo, condotti secondo norme e/o procedure unificate, standardizzate e/o omologate, nazionali e/o, in caso di carenza di queste ultime, europee e/o di paesi terzi.

40

## 2.2. Lamiera metallica grecata di copertura

Si intendono per coperture discontinue (a falda) quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal materiale e dalla conformazione dei prodotti.

E' prevista la realizzazione di:

- Copertura in lastre metalliche grecate in alluminio goffrato 3103. Spessore lastre 8/10 con

I sormonti dovranno essere non inferiori a 10 cm, ed i fissaggi dovranno consentire lo scorrimento e la dilatazione dei giunti stessi, pur garantendo la perfetta tenuta alle eventuali infiltrazioni.

Dette faldalerie di completamento e finitura saranno realizzate in acciaio zincato preverniciato di pari colore a quello delle lamiere di copertura.

Colore della lamiera grigio per minimizzarne l'impatto ambientale (colore simile a quello del rivestimento di facciata in pietra di Luserna). Si prevede l'impiego della medesima lamiera anche per mascherare la struttura metallica in corrispondenza dei brevi tratti in cui sporge rispetto al coronamento esistente (installazione verticale).

## Modalità di esecuzione

Scopo dei fissaggi è quello di ancorare efficacemente l'elemento pannello alla struttura portante; la tipologia del gruppo di fissaggio è funzione del tipo di supporto presente. 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.

È necessario rispettare:



- Il corretto diametro del foro pilota. I fori pilota devono essere trapanati e non punzonati.
- La perpendicolarità degli elementi di fissaggio rispetto agli elementi di supporto, per non indurre sollecitazioni flessionali.
- Le dimensioni ed il tipo di rosetta ed eventuale cappellotto.
- dimensioni ed il tipo della guarnizione per la tenuta all'acqua.
- La coppia massima di serraggio per evitare fenomeni deformativi dell'elemento filettato.

I carichi agenti sul fissaggio sono:

- Depressione esterna del vento.
- Pressione interna del vento.
- Sollecitazioni termiche (flessione e taglio in corrispondenza dell'elemento di fissaggio).
- Movimenti della struttura portante.

Si tiene conto di questi fenomeni mediante l'utilizzo di opportuni coefficienti di sicurezza.

La funzionalità dei fissaggi è legata alla durabilità dei pannelli e deve garantire un'adeguata efficienza dell'intera struttura nel tempo. Lo scopo di questa analisi è di garantire nel tempo una valida:

- Durata. La principale fonte dannosa per il sistema di fissaggi è la corrosione. La corrosione, sia per coperture che per pareti, si manifesta con macchie di ossido sui rivestimenti e possibili infiltrazioni (nel caso di corrosione della testa e del gambo). Vanno scelti, come materiali idonei al fissaggio di coperture, acciai al carbonio ma opportunamente rivestiti o acciaio inossidabili tipo austenitici (AISI 304 e 316).
- Impermeabilizzazione: I fissaggi esposti, ovvero quelli che penetrano all'interno del rivestimento di protezione dalle intemperie, devono essere sigillati nel foro di penetrazione così da garantire la durata del sistema di copertura; vanno adottati anelli di tenuta.
- Estetica: l'applicazione dei gruppi di fissaggio deve essere coerente con il grado di estetica dell'opera, essendo possibili sia fissaggi a vista che fissaggi nascosti.
- Efficienza strutturale: Il gruppo di fissaggio deve poter superare la resistenza a trazione e a estrazione, la resistenza alla spinta, la resistenza alla pressione, allo sviamento e garantire la giusta compatibilità dei materiali.

Un fissaggio standard prevede l'impiego di viti autofilettanti di diametro di 6.3 mm in acciaio zincato al carbonio con testa esagonale e rondella per tenuta stagna in acciaio zincato con guarnizione incorporata.

I pannelli vengono posti in opera con direzione di posa contraria a quella relativa ai venti dominanti, controllando frequentemente il loro parallelismo e allineamento.

I fori devono avere un diametro inferiore a quello dei dispositivi di fissaggio; questi ultimi non devono essere serrati a fondo, per consentire dilatazioni dei pannelli indotte dalle condizioni igrotermiche. Il numero di fissaggi è in funzione della situazione climatica locale. Nel corso delle prove statiche a flessione con carichi ascendenti e discendenti, è stata definita "densità normale" dei fissaggi quella che ne prevede uno su greche alterne sui travetti centrali ed uno su ogni greca sui travetti terminali.

Tale densità è stata assunta come riferimento nella determinazione del sovraccarico ascendente di esercizio.

La densità minima di fissaggio è quindi 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.

Il montaggio dei pannelli avviene mediante una loro disposizione su appoggi lineari e paralleli alla linea di gronda (arcarecci). I giunti longitudinali (sormonti) sono realizzati mediante sovrapposizione della grecatura esterna dei pannelli contigui. I giunti di testa, se previsti, sono realizzati per sovrapposizione in corrispondenza di un elemento di supporto. Nel montaggio bisogna porre attenzione alla lunghezza dei pannelli: se la falda del tetto è realizzata con due o più pannelli, è opportuno che il pannello di gronda sia il più lungo.

Le operazioni per una corretta sequenza di montaggio vanno così eseguite:

- Posa dei canali di gronda e dei relativi sostegni.
- Posa di eventuali sottocolmi e scossaline di raccordo
- Messa in opera degli imbocchi dei pluviali.
- Posa degli eventuali strati intermedi
- Asportazione dell'eventuale film di protezione dall'elemento di copertura se necessario.
- Posa dei pannelli di copertura a partire dalla gronda e da un'estremità laterale dell'edificio, verificando l'allineamento degli elementi.
- Posa dei sormonti laterali in direzione opposta a quella dell'eventuale vento dominante.
- Fissaggio sistematico degli elementi in opera. Si deve aver cura di verificare l'accoppiamento degli elementi e di non lasciare residui di lavorazione.
- Eventuale piegature delle estremità dei pannelli per realizzare il gocciolatoio in gronda o il risvolto al di sotto del colmo per evitare eventuali infiltrazioni nell'isolante e nell'edificio.

### Specifiche prestazionali

- Materiale: Lamiera metallica grecata preverniciata in alluminio goffrato 3103
- Leghe del Gruppo I, serie 3000 (3003 Al-Mn-Cu, 3103 Al-Mn, 3105 Al-Mn-Mg)
- Finiture superficiali: Naturale, Goffrata, Preverniciata
- Finitura preverniciata: 5 -7 µm Primer, 18-20 µm laccatura a vista
- Gloss: 30-40
- Tipo vernice: Poliestere (SP)
- Sviluppi iniziali: 1 000 mm, 1250 mm.
- Spessore della lamiera pari a 0,8 mm

L'alluminio Naturale e/o Goffrato presenta una buona capacità autopassivante e quindi è protetto dall'attacco di climi acidi e /o salmastri.

### Modalità di accettazione e documentazione da presentare

Affinché il materiale sia considerato accettato e si possa di conseguenza procedere alla posa in opera dovranno essere presentati alla Direzione Lavori ed approvati i seguenti documenti:

- Scheda descrittiva del materiale con indicazioni delle caratteristiche prestazionali;

- Catalogo del prodotto di prevista installazione che riporti le principali caratteristiche tecniche;
- Scheda descrittiva dei sistemi di fissaggio;
- Campionatura fisica del prodotto e dei relativi sistemi di fissaggio;
- Certificazione di prodotto secondo la EN 10327/2004;

## 2.3. Pavimenti

### Campo di applicazione delle prescrizioni

Le prescrizioni del presente paragrafo si applicano a tutti i pavimenti previsti in Appalto.

Ove non meglio precisato si definisce, in senso esemplificativo ma non limitativo, pavimento il complesso dei pavimenti, di ogni tipo, comprensivi di ogni componente e lavorazione accessoria, utile alla loro esecuzione a regola d'arte ed in rapporto al loro utilizzo.

### Prescrizioni generali

Tutti i tipi di pavimento di cui al presente capitolo dovranno osservare le prescrizioni di cui al presente disciplinare prestazionale, nonché le norme UNI di settore e quante altre. Secondo la classificazione dettata dalla norma UNI 8289, e stante alle prescrizioni della norma UNI 7999, i pavimenti dovranno assolvere in particolare alle funzioni di: sicurezza; benessere; fruibilità; aspetto; gestione.

Per quanto utile si fa riferimento alla terminologia di cui alla UNI 7998.

Pertanto per i pavimenti sono richiesti i seguenti requisiti, in base alla UNI 8290/2:

per quanto concerne la sicurezza:

capacità di resistere alla propagazione d'incendio, anche in rapporto alla formazione di fumi e gas tossici;

capacità di garantire condizioni di sicurezza, sia in fase di esercizio sia di posa, in rapporto a fattori elettrici;

resistenza allo scivolamento, in rapporto alla destinazione d'uso prevista;

per quanto concerne il benessere:

capacità di attenuare le riverberazioni acustiche, le vibrazioni ed i rumori residui non attenuati;

per quanto concerne la fruibilità:

resistenza agli agenti igrotermici:

capacità di resistere alle alte e basse temperature ed alle variazioni di umidità, senza subire alterazioni che ne compromettano il funzionamento;

durabilità:

capacità di garantire prestazioni di durata nel tempo, sia in rapporto a fattori meccanici, fisici, chimici, atmosferici che in rapporto al consumo, al tipo e alla frequenza di traffico previsto;

per quanto concerne l'aspetto:

gradevolezza estetica;

planarità ed assenza di difetti visibili;

per quanto concerne la gestione:

facilità di pulizia e/o disinfezione, in rapporto alle esigenze di igiene dei locali;

facilità di manutenzione;

resistenza agli attacchi biologici da parte di insetti, parassiti, ecc.;



resistenza all'imbrattamento per azione delle sostanze usate nell'ambiente, e/o per azione o per deposito del pulviscolo atmosferico.

### Modo di esecuzione dei pavimenti

I pavimenti, di qualsiasi natura e tipo, dovranno essere realizzati secondo le modalità appresso specificate e dovranno conseguire le caratteristiche prestazionali richieste.

Nella fase di posa si dovrà curare in particolare:

la planarità del sottofondo;

l'umidità del sottofondo;

la consistenza e la resistenza allo strappo del sottofondo.

### Modalità di posa

#### La tipologia di pavimentazione in gomma prevista a progetto non richiede la formazione di giunti.

E' compito delle imprese di posa specializzate scegliere la procedura più indicata per la perfetta riuscita della installazione di uno specifico pavimento in relazione alle condizioni di cantiere ed avendo cura di utilizzare manodopera di buon livello.

**Rasature.** Allo scopo di ridurre cavità, differenze di quota, eccessive rugosità del massetto e comunque per rendere omogenea la superficie di incollaggio, è sempre necessaria l'esecuzione della rasatura. Prima della rasatura pulire accuratamente la superficie del sottofondo. I prodotti di rasatura possono essere reperiti sul mercato sotto forma di polveri premiscelate. Applicati in spessore di qualche millimetro sul sottofondo a mezzo di spatole o racle, permettono in una o più passate di ottenere una superficie adatta all'incollaggio. Attenersi comunque alle istruzioni del fabbricante.

44

Dopo 24 ore dalla posa della rasatura si dovrà carteggiare la superficie per eliminare piccole ruvidità residue e pulire perfettamente con l'uso di aspirapolvere.

**Impiego degli adesivi.** Per la preparazione e l'applicazione dei vari adesivi attenersi scrupolosamente alle prescrizioni dei fabbricanti. La stesura dell'adesivo va fatta spalmando in modo regolare, con l'utilizzo di spatole dentate seguendo le indicazioni dei produttori del collante. In generale, in caso di pavimenti a basso spessore, è preferibile l'uso di spatole con dentatura poco accentuata per evitare che dopo la presa dell'adesivo risultino visibili i segni di spalmatura dell'adesivo. Le spatole dentate dovranno essere sostituite non appena la dentatura inizia a consumarsi.

### Esecuzione della pavimentazione in gomma (rotoli)

- Tracciare le linee ortogonali di squadratura del locale ed impostare la posa a limitare sfridi e tagli definendo le linee di partenza.
- Stendere i rotoli "a secco"(ovvero senza collante) seguendo le linee di squadratura. I rotoli vanno posati con i bordi sormontati di circa 3,0 cm. Verificare l'uniformità del colore e dell'aspetto del pavimento.
- È importante il posizionamento a secco del pavimento per verificare l'uniformità del colore e dell'aspetto del pavimento. Eventuali reclami saranno esaminati solo prima dell'incollaggio escludendo a priori la rifusione dei danni su materiale già incollato.



- Effettuare i tagli di testa e sui bordi sormontati (l'uso di guide e truschini è sempre consigliato e permette una migliore qualità di posa).
- Arrotolare circa la metà del telo. Spalmare l'adesivo con la spatola consigliata dal produttore. Stendere il rotolo massaggiando dal centro verso i bordi per eliminare le bolle d'aria e le zone non perfettamente a contatto con il sottofondo.
- Ripetere l'operazione sull'altra metà del rotolo.
- Dopo la posa utilizzare il rullo per garantire un perfetto contatto con il sottofondo.

### 2.3.1. Pavimentazioni in gomma piano pista

Pavimentazione in gomma ad alta densità, resistente al peso elevato di attrezzature sportive per il fitness e alle lamine dei pattini da ghiaccio. L'extra spessore dello strato di usura garantisce elevata la resistenza a carichi permanenti e anche all'impatto, per un'eccellente sicurezza e comfort.

#### Caratteristiche tecniche:

Pavimento sportivo ad alta resistenza calandrato e vulcanizzato a base di gomma naturale e sintetica, composto da una base monocromatica nella quale sono inseriti granuli di identica composizione, vulcanizzata ad un sottostrato portante. Il prodotto offre un'ampia gamma colori che si abbina facilmente alle soluzioni di arredo scelte nell'impianto. Attacco adesivo su idoneo sottofondo. La pavimentazione verrà abbinata ad una base stabilizzante, impermeabilizzante e isolante caratterizzata da una lamina in fibra di vetro trattata su entrambe le facce con resine sintetiche ed elastomeri, dotata di una serie di peduncoli in resina espansa nella parte sottostante.

Può essere stesa a secco sui massetti e costituisce una base continua, caratterizzata da un'ottima resistenza all'umidità.

#### Vantaggi funzionali:

- Durata eccezionale
- Antisdrucciolo
- Resistenza eccellente a forti usure, al peso di attrezzi per lo sport, a tagli e lacerazioni
- Massima sicurezza e comfort
- Facilità di manutenzione grazie allo strato superficiale goffrato, non poroso
- **Non richiede la saldatura dei giunti**

#### Modalità di posa delle pavimentazioni

La posa in opera dei pavimenti, di qualsiasi tipo e/o genere, dovrà essere eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana.

I pavimenti dovranno risultare e/o avere:

superficie piana con le seguenti tolleranze di planarità:

fuori piano 2 mm con riga da 200 cm; tale prescrizione resta valida anche per pavimentazioni ove è prevista una pendenza, nelle zone a pendenza omogenea (rif. UNI 8381 p.to 2.9.3);

puliti ed esenti da macchie e/o sbavature di collanti, adesivi e/o altro;

perfetta regolarità e/o linearità nelle connessioni e/o nelle saldature.

Nella fase di posa si dovrà curare in particolare:

la planarità del sottofondo;  
l'umidità del sottofondo (rif. UNI 10329);  
la consistenza e la resistenza allo strappo del sottofondo.

## 2.4. Controsoffitti

### Campo di applicazione delle prescrizioni

Le prescrizioni del presente capitolo si applicano a tutte le opere di controsoffittatura previste in Appalto. I controsoffitti sono previsti nei servizi igienici, negli spogliatoi, nella lavanderia e nell'infermeria.

Ove non meglio precisato si definiscono controsoffitti il complesso delle opere di controsoffittatura di ogni tipo, comprensive di ogni componente e lavorazione accessoria, utile alla loro esecuzione a regola d'arte ed in rapporto al loro utilizzo.

### Prescrizioni generali

Tutti i tipi di controsoffitti di cui al presente capitolo dovranno osservare le prescrizioni di cui al presente disciplinare prestazionale e le caratteristiche prestazionali indicate, nonché le norme UNI di settore e quante altre, come previsto nel cap. 1 precedente. Secondo la classificazione dettata dalla norma UNI 8289, i controsoffitti finiti dovranno assolvere in particolare alle esigenze di:

- sicurezza;
- benessere;
- fruibilità;
- aspetto;
- gestione.

Pertanto per i controsoffitti sono richiesti i seguenti requisiti, in base alla UNI 8290/2:

#### per quanto riguarda la sicurezza:

- stabilità strutturale in rapporto alle sollecitazioni di targa e di servizio, sia in fase di esercizio sia di montaggio;
- resistenza agli urti riferibili agli strati funzionali che li definiscono ed ai loro componenti, anche in rapporto ai sub-sistemi di giunzione e connessione, sia in fase di esercizio sia di montaggio;
- reazione al fuoco tale da non presentare effetti dannosi inammissibili ai fini della sicurezza richiesta all'edificio e/o all'ambiente (per es. alimentare l'incendio, propagare la fiamma, produrre gas o vapori nocivi);
- capacità o attitudine di limitare o impedire la propagazione di un incendio, oltreché la propagazione dei fumi tossici che possono svilupparsi con la combustione dei materiali;

#### per quanto riguarda il benessere:

- isolamento acustico fra locali contigui e assorbimento dei rumori interni ai singoli locali;
- gradevolezza al tatto e assenza di asperità per quanto riguarda la finitura superficiale;
- per quanto riguarda la fruibilità:
- durabilità, ovvero capacità e/o attitudine di resistere a sollecitazioni derivanti da umidità, acqua, calore, luce, urti, carichi sospesi, agenti chimici, senza alterare le caratteristiche prestazionali fornite;

- transitabilità, per quanto riguarda la funzione di contenimento, degli spazi delimitati dalla propria struttura e quella di solaio, delle reti impiantistiche;
- attrezzabilità, per quanto riguarda l'alloggiamento dei corpi illuminanti, incassati e non, e/o di bocchette di ventilazione;

per quanto concerne l'aspetto:

- omogeneità di colore ed omogeneità di insudiciamento;
- planarità e assenza di difetti superficiali visibili;
- attitudine ad accogliere finiture superficiali diversificate;

per quanto concerne la gestione:

- facilità di pulizia e di manutenzione.

### **Modo di esecuzione dei controsoffitti**

I controsoffitti, di qualsiasi natura e tipo, dovranno essere realizzati secondo le modalità appresso specificate e dovranno conseguire le caratteristiche prestazionali richieste. La posa in opera dei controsoffitti, di qualsiasi tipo e/o genere, dovrà essere eseguita in modo che la loro superficie risulti regolare ed esente da difettosità. I controsoffitti dovranno:

- essere piani, a fronte delle tolleranze di planarità assoluta: fuori piano di 2 mm con riga da 200 cm; lo scarto fra punti sporgenti e rientranti con una riga da 20 cm non dovrà superare 1 mm; lo scarto di livello rispetto ad un piano di riferimento non dovrà essere superiore a 3 mm/m<sup>2</sup> senza superare 10 mm in assoluto;
- essere puliti ed esenti da increspature, corrugamenti, macchie e/o sbavature residue, sbeccature, ecc.;
- presentare perfetta regolarità e linearità nelle connessioni, tra controsoffitti di diversa natura, nei salti di quota, nei giunti tra diversi materiali e/o componenti, negli spigoli, negli "scuretti", nelle fughe.

47

Nella fase di posa si dovrà inoltre curare in particolare:

- la messa in opera degli elementi componenti affinché siano rispettate le condizioni che garantiscono le qualità prestazionali dichiarate dal Produttore;
- l'integrazione con gli impianti e le condizioni di foratura dei singoli pannelli e/o elementi;
- l'integrazione con gli apparecchi illuminanti e/o le griglie di ventilazione;
- la disposizione delle pendinature in rapporto ai carichi totali trasmessi ed alla distanza minima dal perimetro;
- la riquadratura dei locali;
- il fissaggio dei pannelli sui profili predisposti.

#### **2.4.1. Controsoffitto in fibra minerale**

Fornitura e posa in opera di controsoffittatura interna ispezionabile su orditura metallica realizzata con pannelli in fibra minerale in classe di reazione al fuoco 1 (uno) certificata.

L'orditura metallica sarà realizzata in lamiera d'acciaio zincata e verniciata a norma DIN 18168 parte 1 e composta da profili perimetrali a "L" e profili portanti e trasversali a T con ala da 15 mm.

Il profilo portante sarà ancorato al solaio con idonei tasselli, viti, pendini e ganci a molla regolabili, posti a distanza non superiore a 1200 mm.

Il controsoffitto sarà completato con pannelli di fibra minerale di colore bianco puro simile al RAL 9010 delle dimensioni di mm 600x600/600x1200 e spessore mm 15; posti in appoggio sulle orditure metalliche e tenute in sede da apposite clips di fissaggio.

L'assorbimento acustico medio e l'isolamento acustico longitudinale sono a norma DIN 4109, per una distanza solaio controsoffitto di 400 mm. Il coefficiente di riflessione luminosa sarà non inferiore all'83-91%: Le modalità per la messa in opera saranno conformi alle prescrizioni del produttore.

## 2.5. Impermeabilizzazioni

### Caratteristiche generali

Si intendono prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane quelli che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

a) Le membrane si designano descrittivamente in base:

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

b) I prodotti forniti in contenitori si designano descrittivamente come segue:

- 1) mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- 2) asfalti colati;
- 3) malte asfaltiche;
- 4) prodotti termoplastici;
- 5) soluzioni in solvente di bitume;
- 6) emulsioni acquose di bitume;
- 7) prodotti a base di polimeri organici.

c) I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alla posa in opera.



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.

***Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento alle seguenti prescrizioni.***

Nota: Gli strati funzionali si intendono definiti come riportato nella norma UNI 8178.

### **Caratteristiche tecniche**

a) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;

- le giunzioni devono resistere adeguatamente a trazione ed avere adeguata impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9380-1÷2, oppure per i prodotti non normali, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Nota: Le membrane rispondenti alle varie parti della norma UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

b) Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9168-1÷2, oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Nota: Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

c) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione ed alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed alla permeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9168-1÷2, oppure per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Nota: Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 (varie parti) per le caratteristiche precisate sono valide anche per questo impiego.

d) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

e) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;

- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

**WINGUM PLUS H2O REFLEX.** Membrana liquida elastomerica impermeabilizzante a base acqua di colore bianco, con speciali additivi e cariche che conferiscono al prodotto alta riflettività solare ed emissività nell'infrarosso, resistente al ristagno d'acqua, ideale anche per ampie superfici e conforme alla linea guida ETAG 005, liquidi applicati come impermeabilizzanti. Applicazione a spruzzo.

Per incrementare ulteriormente le prestazioni dell'impermeabilizzante, si prevede di annegare all'interno dello stesso un'armatura (**WINTECHNO MAT**) costituita da un telo 100% in fibre speciali di poliestere (anallergico; imputrescibile; resistente agli agenti atmosferici; ottima adattabilità a tutte le superfici).

Questo tipo di applicazione permette di ottenere in tempi rapidi una membrana impermeabile continua, priva di giunzioni e completamente aderente al supporto su cui viene applicata (possibilità di integrare gli staffaggi delle reti impiantistiche presenti in copertura). La completa adesione al supporto evita i fenomeni di camminamento dell'acqua sotto il manto impermeabile mentre, l'elevata elasticità consente il mantenimento delle caratteristiche impermeabili anche dopo fenomeni significativi di dilatazione e contrazione del supporto o dopo l'insorgere di uno stato fessurativo dello stesso.

Per allungare le caratteristiche di riflettenza di WINGUM PLUS H2O REFLEX, si prevede l'applicazione di **WINCLEAN**, protettivo trasparente a bassa presa di sporco (consumo ca. 80 g/m²).

#### Dati e prestazioni dell'impermeabilizzante WINGUM PLUS H2O REFLEX

- Aspetto: pasta fluida. Colore bianco.
- Peso specifico a 20°C (g/cm³):  $1,20 \pm 0,05$
- Residuo secco (%):  $60 \pm 3$
- PH:  $9 \pm 1$
- Viscosità Brookfield a 20°C (Cps):  $24000 \pm 2000$

#### Prestazioni del prodotto in esercizio

- Temperature di esercizio: -20°C + 80°C
- Resistenza agli agenti atmosferici: Ottima
- Resistenza ai raggi U.V.: Ottima
- Resistenza al ristagno d'acqua: Ottima

- Indice di riflessione solare "SRI": >107%
- Fattore di riflessione solare "pe": 0,86
- Fattore di assorbimento solare "α": 0,14
- Emissività "ε": 0,90
- Resistenza all'abrasione ETAG 008. Numero di passaggi: 10.000; perdita di peso (%): 0.
- Resistenza all'abrasione ETAG 008 dopo 24 ore in immersione in acqua con PH 5,5. Numero di passaggi: 10.000; perdita di peso (%): 0.
- Adesione dopo
- cicli di sole pioggia (25 cicli). UNI EN 10686-1998:

Supporto	Prima dei cicli sole-pioggia	Dopo i cicli sole-pioggia	richiesto
Calcestruzzo	1,3 N/mm <sup>2</sup>	1,04 N/mm <sup>2</sup>	≥ 1,0 N/mm <sup>2</sup>
ceramica	1,2 N/mm <sup>2</sup>	1,02 N/mm <sup>2</sup>	≥ 1,0 N/mm <sup>2</sup>

Prodotto conforme alle prescrizioni della Direttiva 2003/53/CE

Scossaline perimetrali per rifinitura impermeabilizzazione con manti sintetici, con sgocciolatoio, spessore mm 0,5 accoppiate a PVC 05 spessore mm 0,5 sviluppo cm 16,6 In lamiera zincata e verniciata.

## 2.6. Opere da pittore

### Campo di applicazione delle prescrizioni

Le prescrizioni del presente capitolo si applicano a tutte le opere da pittore previste in Appalto.

Ove non meglio precisato, si definiscono, in senso esemplificativo ma non limitativo, opere da pittore e/o pitturazioni e/o verniciature il complesso di lavorazioni e/o trattamenti eseguiti su superfici murarie e/o similari, comprensivi di ogni componente e lavorazione accessoria, utile alla loro esecuzione a regola d'arte ed in rapporto al loro utilizzo.

### Prescrizioni generali

Tutti i tipi di pitturazioni di cui al presente capitolo dovranno osservare le prescrizioni di cui al presente disciplinare prestazionale, nonché le norme UNI di settore e quante altre, come previsto nel Cap. 1 precedente.

Dovranno essere compilate le schede di informazione tecnica UNI 8757 e UNI 8758.

Prima dell'accettazione del prodotto dovranno essere verificati i requisiti di cui alle UNI 8753, UNI 8754 e UNI 8755.

Le informazioni dovranno essere redatte secondo i modelli di cui alle norme UNI 8757, UNI 8758, UNI 8759, UNI 8760 per quanto utile.

Secondo le prescrizioni dettate dalle norme UNI 8012 e UNI 8753, le pitturazioni finite dovranno assolvere alle funzioni di:

sicurezza;  
fruibilità;  
aspetto;  
gestione.



Pertanto per le pitturazioni sono richiesti i seguenti requisiti:

per quanto concerne la sicurezza:

capacità di protezione e resistenza al fuoco, ove richiesto;

reazione al fuoco pari a 0 e/o spessore di film non cooperante nella valutazione del carico di incendio;

ininfiammabilità durante la realizzazione;

atossicità;

assenza di elettricità statica;

per quanto concerne la fruibilità:

resistenza meccanica in rapporto alle condizioni di impiego e d'uso e alle sollecitazioni;

prestazioni di durata e durabilità, senza alterazione delle caratteristiche prestazionali fornite, nei confronti di agenti quali luce, calore, umidità, agenti chimici;

capacità di protezione del supporto sul quale sono applicate, nei confronti di agenti quali luce, calore, umidità, agenti chimici, adeguata agli ambienti specifici in cui sono previste;

per quanto concerne l'aspetto:

colorazione ed arredo delle superfici;

planarità e assenza di difetti superficiali visibili;

gradevolezza della finitura;

per quanto concerne la gestione:

facilità di pulizia e/o disinfezione in rapporto alle esigenze di igiene dei locali;

facilità di manutenzione;

resistenza agli attacchi biologici da parte di insetti, parassiti, ecc.;

resistenza all'imbrattamento per azione delle sostanze usate nell'ambiente, e/o per azione o per deposito del pulviscolo atmosferico.

Le superfici pitturate e/o verniciate dovranno risultare:

piane, a fronte delle tolleranze di planarità e/o delle condizioni specifiche di superficie;

pulite ed esenti da increspature, corrugamenti, macchie e/o sbavature residue, spruzzi;

omogenee, regolari sulle superfici, nelle connessioni, nei giunti tra materiali diversi, negli spigoli, negli "scuretti", nelle fughe.

### **Modo di esecuzione delle pitturazioni**

Le pitturazioni, di qualsiasi natura e tipo, dovranno essere realizzate secondo le modalità appresso specificate e dovranno conseguire le caratteristiche prestazionali richieste.

Per quanto utile si fa riferimento alle UNI 8681 e UNI 8682 per i criteri generali di classificazione.

Nell'applicazione delle pitturazioni, si dovrà curare in particolare:

la pulizia delle superfici di applicazione;

la consistenza e la regolarità delle superfici di applicazione;

l'osservanza delle modalità di applicazione del prodotto in rapporto alle condizioni termoigrometriche ambientali del periodo di applicazione;

le operazioni di campionamento per la verifica delle caratteristiche del prodotto secondo UNI 8754;  
 un'accurata verifica del prodotto prima dell'applicazione per l'individuazione di:  
 caratteristiche di sicurezza, non nocività, igiene e gradevolezza olfattiva, verificando il prodotto secondo UNI 8754;  
 un'accurata verifica del prodotto durante l'applicazione per l'individuazione di:  
 inammissibili difetti iniziali di protezione dovuti all'applicazione;  
 disuniformità locali ed inammissibili differenze di uniformità rispetto ai campioni per quanto riguarda colore, copertura del supporto, brillantezza, verificando il prodotto secondo UNI 8754.  
 Si dovranno osservare inoltre tutte le prescrizioni indicate dal Produttore per quanto riguarda:  
 collocazione del prodotto  
 azioni da evitare nell'uso del prodotto  
 materiali non compatibili col prodotto  
 stoccaggio del prodotto  
 modalità di posa del prodotto.

### 3. IMPIANTI ELETTRICI

#### 3.1. Quadri elettrici BT

54

Saranno del tipo in armadio appoggiato a pavimento.

Saranno costituiti da lamiera piegata e rinforzata, verniciata con vernici epossidiche, avranno dimensioni modulari, saranno montate a batteria e chiuse con pannelli trasparenti, il grado di protezione sarà non inferiore a IP55.

Per l'apertura dei coperchi dovrà essere necessario un attrezzo.

Tutte le apparecchiature saranno fissate su un pannello di fondo in lamiera di acciaio oppure in materiale isolante di almeno 1,5 e 4 mm. di spessore rispettivamente.

Tutti gli apparecchi di comando diretto e indiretto (interruttori, pulsanti, selettori, etc.) dovranno avere la manovra rinviata all'esterno e tale che il grado di protezione IP55 richiesto, non risulti abbassato. I rinvii dovranno essere costruiti in modo che sia mantenuto il doppio isolamento richiesto per le cassette e che, sia possibile asportare completamente i coperchi.

Ciascun quadro sarà provvisto di sbarre in rame elettrolitico. Esse costituiranno un o più sistemi principali da cui vengono derivati i sistemi secondari disposti verticalmente.

Le portate delle sbarre potranno essere le seguenti: 160-400-630-1000-1600 A.

Tutti i componenti costituenti il quadro (cassette, coperchi, pannelli di fondo, sbarre, basamento, struttura metallica di sostegno, accessori vari, etc.), dovranno essere tutti dello stesso costruttore e non dovranno essere, per quanto possibile, sottoposti a modifiche o adattamenti di sorta.

I coperchi delle cassette contenenti interruttori automatici dovranno essere provvisti di sportello apribile per la manovra degli apparecchi. A sportello chiuso il grado di protezione non dovrà essere inferiore a IP55.

A coperchio delle cassette aperto, non dovrà essere possibile il contatto accidentale, con alcuna parte in tensione, il grado di protezione (per le parti in tensione) non dovrà essere inferiore a IP20.

Dovrà essere possibile asportare completamente il pannello di fondo senza dover intervenire sulle apparecchiature su di esso installate e senza dover aprire l'interruttore generale del quadro.

A pannello asportato tutti i conduttori in arrivo alla cassetta dovranno rimanere attestati su una morsettiera o su un connettore multiplo.

I morsetti e/o gli alveoli dovranno essere arretrati in modo che non sia possibile il contatto accidentale.

Gli strumenti di misura, gli indicatori luminosi, le eventuali schede per la regolazione automatica degli impianti, etc., dovranno essere posti completamente all'interno (ossia senza alcuna parte accessibile dall'esterno).

Le batterie di piccole dimensioni (fino a 1 m di altezza) potranno essere fissate direttamente a parete mediante le apposite staffe.

L'installazione dovrà essere fatta nella fascia compresa fra 0,5 e 2 m di altezza.

Quelle dimensioni maggiori dovranno essere assemblate su strutture metalliche di fissaggio.

I materiali impiegati per l'esecuzione di tali strutture, acciaio, alluminio o altro, dovranno essere protetti contro la corrosione e l'aggressività dell'ambiente.

Le batterie aventi dimensioni maggiori oltre che di struttura metalliche saranno provviste anche di basamento di sostegno in materiale isolante autoestinguente destinato sia alla protezione dei cavi in arrivo e in partenza che ad accogliere le relative morsettiere e a sostenere le sovrastanti cassette.

Anche il basamento avrà dimensioni modulati e sarà apribile. Il grado di protezione sarà non inferiore a IP40.

Per facilitare le operazioni di sollevamento e trasporto ed evitare danneggiamenti dovuti al peso proprio, ciascun quadro ad armadio dovrà essere suddiviso in unità trasportabili di larghezza non superiore a 1 m.

I vari apparecchi di comando, protezione, etc., la cui manovra è rinviata all'esterno oppure su cui può essere necessario intervenire per operazioni di manutenzione ordinaria (interruttori, pulsanti, selettori, fusibili, contatori, etc.), dovranno essere installati ad un'altezza compresa fra 1,8 e 2,1 m potrà essere destinata ad ospitare le sbarre di distribuzione, gli eventuali strumenti indicatori, gli apparecchi sui quali gli interventi sono di norma assai rari.

Le dimensioni indicate sono:

- larghezza 400/600/1200 mm.
- profondità 400 mm.
- altezza 2000 mm.

Devono contenere tutte le apparecchiature di comando, protezione e misura.

#### **Interruttore di manovra-sezionatore di tipo modulare a tensione nominale non superiore a 1000V**

Dovrà essere costruttivamente conforme alle Norme CEI 23.18 e successive varianti, IEC 1008.

Sarà costituito da una scatola (contenitore) in materiale isolante stampato nel cui interno saranno racchiuse tutte le parti attive dell'interruttore.

Tali parti attive sono costituite essenzialmente da un contatto principale fisso per ogni polo situato sulla parte superiore del contenitore in intimo collegamento con i codoli esterni per l'attestazione delle linee in cavo di partenza.

Un contatto principale mobile inferiore (uno per ogni polo) che permetta tramite una leva di comando posta sulla parte frontale del contenitore, la chiusura o l'apertura di detto.

Per questa soluzione l'interruttore sarà dotato di appositi dispositivi magnetotermici. (Sganciatori di massima corrente uno per fase). Essi avranno sede sulla parte inferiore del contenitore con riposto sul fronte dei regolatori di taratura manuale.

Tali dispositivi saranno composti da uno sganciatore termico ad intervento ritardato che dovrà assicurare la protezione contro i sovraccarichi e di uno sganciatore magnetico ad intervento istantaneo che dovrà assicurare la protezione contro i sovraccarichi elevati e i corto circuiti.

Il valore di taratura del primo sarà pari o superiore a quello della corrente nominale termica dello sganciatore, il secondo pari o superiore a quello della corrente nominale termica dell'utenza.

I contatti mobili in caso di intervento di tali sganciatori si dovranno aprire.

Dovrà essere provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o dal laboratorio di prova di Istituti Universitari e fornibile su richiesta della S.A. o della D.L

#### **Interruttore automatico magnetotermico differenziale di tipo modulare a tensione nominale non superiore a 1000V**

Dovrà essere costruttivamente conforme alle Norme CEI 23.18 IEC 974-2 e varianti.

Sarà costituito da una scatola (contenitore) in materiale isolante stampato nel cui interno saranno racchiuse tutte le parti attive dell'interruttore.

Tali parti attive sono costituite essenzialmente da un contatto principale fisso per ogni polo situato sulla parte superiore del contenitore in intimo collegamento con i codoli esterni per l'attestazione delle linee in cavo di partenza.

Un contatto principale mobile inferiore (uno per ogni polo) che permetta tramite una leva di comando posta sulla parte frontale del contenitore, la chiusura o l'apertura di detto.

Tale operazione risulterà essere dipendente dalla forza o velocità esercitata sulla leva di manovra. Sarà infine di dimensioni di ingombro contenute in modo da essere utilizzato nelle AS e ANS.

Caratteristiche elettriche principali:

- numero di poli            2-3-4
- tensione nominale    220/415 V
- frequenza nominale 50 Hz
- temperatura ambiente di riferimento            30-40°C
- corrente nominale max            100A

L'esecuzione sarà del tipo a scatto per montaggio su profilato unificato. Saranno rilevabili dalle tavole di progetto e dalle specifiche, il valore del potere di interruzione simmetrico e il valore nominale della portata espresso in Ampere.

Esecuzione automatica.



Un contatto principale mobile inferiore ogni polo che permetta tramite una leva di comando posta sulla parte frontale del contenitore, la chiusura o l'apertura di detto.

Tale operazione rilutterà essere dipendente dalla forza o velocità esercitata sulla leva di manovra. Sarà infine di dimensioni di ingombro contenute in modo da essere utilizzati nelle AS e ANS.

Caratteristiche elettriche principali:

- numero di poli 2-3-4
- tensione nominale 500 V
- frequenza nominale 50 Hz
- temperatura ambiente di riferimento 30-40°C
- corrente nominale max 100A

L'esecuzione sarà del tipo a scatto per montaggio su profilato unificato. Saranno rilevabili dalle tavole di progetto e dalle specifiche il valore del potere di interruzione simmetrico e il valore nominale della portata espresso in Ampere.

Dovrà essere provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori di prove di Istituti Universitari e fornibile su richiesta della S.A. o della D.L.

#### **Apparecchi ausiliari di comando per tensioni non superiori a 1000V**

Dovranno essere costruttivamente conformi alle Norme CEI 17.14, 17.3 e successive varianti.

Rientrano in questa sezione tutti quegli apparecchi "modulari" che permettono di realizzare comandi ausiliari a distanza e non ad integrazione degli organi di comando.

Tali apparecchi sono:

- relè passo-passo fino 16 SA
- contatori modulari da 25/40/63A
- pulsanti fino 16 A
- prese di corrente bipolari fino 16 A
- interruttori orari fino 16 A
- trasformatori monofasi fino 30 VA
- suonerie e ronzatori
- selettori fino 16 A
- relè scale 16 A
- gemme luminose
- interruttori salvamotori da 0,1 ÷ 25 A

L'esecuzione sarà del tipo a scatto per montaggio su profilato unificato.

Le caratteristiche di funzionamento e la tipologia saranno rilevabili dalle tavole di progetto e dalle specifiche.

### **3.2. Conduttori, cavi e accessori**

#### **Posa dei cavi entro passerelle o canalizzazioni**

I cavi entro le passerelle dovranno essere posati in modo ordinato, paralleli fra loro, senza attorcigliamenti e incroci, rispettando il raggio di curvatura indicato nelle tabelle; particolare attenzione dovrà essere posta per cavi disposti a strato o a fascio che dovranno avere sezioni simili o adiacenti (cioè aventi la sezione dei conduttori comprese entro tre sezioni adiacenti unificate in rispondenza all'art. 4.2 della tabella CEI-UNEL 35024/1). Cavi di sezione diversa dovranno essere opportunamente separati da una distanza pari ad almeno: due volte il diametro esterno del cavo di sezione superiore in caso di cavi unipolari; una volta il diametro esterno del cavo di sezione superiore in caso di cavi multipolari.

I cavi lungo il percorso non dovranno presentare giunzioni intermedie, tranne nel caso in cui la lunghezza dei collegamenti sia maggiore della pezzatura di fabbrica. Nei tratti verticali i cavi dovranno essere ancorati alle passerelle con passo massimo di 0,5 m; nei tratti orizzontali i cavi dovranno essere legati alle passerelle e ai canali mediante fascette in corrispondenza di curve, diramazioni, incroci, cambiamenti di quota e lungo i tratti in rettilineo almeno ogni 5 m. I cavi dovranno essere fissati anche nel caso di canali chiusi (non forati) utilizzando apposite barre trasversali.

I morsetti di ancoraggio alle scale posacavi saranno di tipo aperto; si esclude l'uso di morsetti metallici chiusi in particolare nel caso di cavi unipolari.

I cavi di tipo ad isolamento minerale posati direttamente in vista senza ausilio di cavidotti dovranno avere percorsi rettilinei; i percorsi a soffitto dovranno seguire, per quanto possibile, l'andamento delle pareti. Il fissaggio dovrà essere effettuato con appositi cavallotti disposti ogni metro ovvero, nel caso di strutture aventi rilevanza estetica e/o artistica, mediante legature con filo di rame e appositi fissaggi da definire in sede DL.

58

### **Marcatura cavi**

Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli elaborati di progetto, in modo da consentirne l'individuazione. Le marcature saranno conformi alle norme CEI 16-7 art.3 ed essere applicate alle estremità del cavo in corrispondenza dei quadri e delle cassette di derivazione dorsali con anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti pre-siglati o termorestringenti.

### **Connessioni terminali**

Le connessioni dei cavi comprendono la formazione delle terminazioni ed il collegamento ai morsetti. La guaina dei cavi multipolari dovrà essere opportunamente rifinita nel punto di taglio con manicotti termorestringenti. Le terminazioni saranno di tipo e sezione adatte alle caratteristiche del cavo su cui verranno montate e all'apparecchio a cui verranno collegate; si esclude qualsiasi adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo". I cavi, presso i punti di collegamento, dovranno essere fissati con fascette o collari, ovvero si dovranno utilizzare appositi pressacavi, in modo da evitare sollecitazioni sui morsetti di quadri o cassette, ecc.

Per le connessioni dei cavi di energia, di comando, di segnalazione e misura, si dovranno impiegare capicorda a compressione in rame stagnato, del tipo preisolato o protetto con guaina termorestringente.

### **Designazione dei cavi**

Negli schemi, le designazioni delle linee in partenza o in arrivo dai quadri dovranno essere fatte secondo le sigle unificate delle tabelle CEI-UNEL, in base alle quali risulta pure deducibile in modo inequivocabile, la formazione delle linee e, in particolare, se esse risultano costituite da cavi unipolari o da cavi multipolari.

Per facilitare l'identificazione si riportano i seguenti esempi di designazione di formazione di linea:

cavo N07G9-K 4x1x1,5: quattro conduttori unipolari di sez. 1,5 mm<sup>2</sup>, tensione nominale 450/750V

cavo FG7R 0,6/1 kV 4x1x10: quattro conduttori unipolari di sez. 10 mm<sup>2</sup>, tensione nominale 0,6/1 kV

cavo FG10OM1 0,6/1 kV 3x25: cavo multipolare a tre conduttori di sez. 25 mm<sup>2</sup>, tensione nominale 0,6/1 kV

### **3.3. Cavidotti, cassette, scatole di derivazione**

#### **Tubazioni pieghevoli in materiale termoplastico**

Tutte le tubazioni saranno conformi alle norme CEI riportate nella descrizione dei tipi. In conformità alle norme CEI 23-39 (94) allegato A dovranno avere una classificazione non inferiore a 3321. Non saranno ammesse giunzioni lungo tutto il tratto di tubo.

#### **Tubazioni rigide in materiale termoplastico**

Tutte le tubazioni saranno conformi alle tabelle CEI-UNEL e alle norme CEI riportate nella descrizione dei tipi; in conformità alle norme CEI 23-39 allegato A dovranno avere una classificazione non inferiore a 3321. Il fissaggio in vista alle pareti dovrà essere eseguito impiegando cavallotti di tipo plastico con bloccaggio del tubo a scatto.

Le tubazioni in vista dovranno essere fissate alle pareti con sostegni distanziati quanto necessario per evitare la flessione; in ogni caso la distanza dei sostegni non dovrà essere superiore a 1 m.

Negli impianti incassati, le giunzioni tra tubi dovranno essere eseguite mediante manicotti.

### **Curve e raccordi**

Tutta la raccorderia dovrà essere del tipo a pressatubo o filettata a seconda dei casi.

I cambi di direzione dovranno essere eseguiti preferibilmente con curve rigide ovvero con curve pieghevoli di produzione standard, costituite da uno spezzone di guaina completo di raccordi per tubo; non sono in nessun caso ammesse curve ispezionabili ad angolo ristretto e nemmeno piegature del tubo se non in casi eccezionali da definire in sede di DL e per angoli superiori a 170°.

I raccordi tubo - guaina dovranno garantire un diametro interno costante per tutta la lunghezza del cavidotto. Le giunzioni tubo - cassetta dovranno essere effettuate con raccordi predisposti allo scopo atti a garantire il grado di protezione richiesto; non sono ammesse guarnizioni, passacavi concentrici, flessibili del tipo "ad incisione" ovvero combinazioni di ghiera e contro-ghiera. Il fissaggio del raccordo sulla parete

interna della cassetta dovrà essere garantito da una ghiera di tenuta; non è ammessa la raccorderia flessibile o con innesto a scatto.

Le derivazioni a T dovranno essere realizzate a mezzo di cassetta di transito; non sono ammesse derivazioni a T del tipo ispezionabile a raggio ristretto.

### **Installazioni per interno**

I cavidotti dovranno essere messi in opera parallelamente alle strutture degli edifici, sia sui piani orizzontali che su quelli verticali (non saranno ammessi percorsi diagonali); le curve dovranno avere un raggio tale che sia possibile rispettare, nella posa dei cavi, le curvature minime per essi prescritte.

La messa in opera di cavidotti metallici dovrà assicurarne la continuità elettrica per l'intero percorso.

Le tracce sulle murature dovranno essere effettuate secondo percorsi verticali e orizzontali, comunque di preferenza in una fascia di 30 cm dal filo soffitto, filo pavimento e filo pareti.

### **Cassette e scatole metalliche**

Le cassette saranno di costruzione robusta; per la prova di tenuta agli urti saranno considerate "a rischio di pericolo meccanico elevato".

Le superfici interne saranno trattate con vernici anticondensa a base di resine assorbenti, senza fibre sintetiche di vellutazione. L'interno delle scatole dovrà avere opportune predisposizioni (perni filettati, profilati speciali, contropiastre, ecc.) per il montaggio delle apparecchiature.

Dovranno inoltre essere dotate all'interno e all'esterno di morsetti di terra adeguati al collegamento di un conduttore pari al maggiore dei conduttori di fase che vi fanno capo, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> per l'attacco di terra esterno e 2,5 mm<sup>2</sup> per quello interno; se trattasi di contenitore in lamiera di acciaio inox, i morsetti dovranno essere saldati alla cassetta e completi di viti di fissaggio in acciaio. Inoltre saranno provvisti di alette o piedini esterni per il fissaggio ai sostegni.

Non si dovranno effettuare forature o lavorazioni dopo il trattamento di protezione superficiale. Nell'eventualità di ulteriori lavorazioni si dovrà ripristinare la protezione con verniciatura adeguata.

### **Cassette e scatole in materiale termoplastico**

I contenitori saranno di materiale termoplastico pesante di tipo autoestinguente ottenuti in unica fusione.

Dovranno poter contenere i morsetti di giunzione e derivazione e gli eventuali separatori fra circuiti appartenenti a sistemi diversi. Le viti di fissaggio dovranno poter essere alloggiate in opportune sedi o avere accessori e/o guarnizioni che garantiscano il grado di protezione, la classe d'isolamento prescritta e che comunque non diminuiscano il livello di tensione d'isolamento dei cavi.

### **Guarnizioni cassette**



Saranno del tipo anti-invecchiante al neoprene o al silicone. A1.4.11 - COPERCHI CASSETTE

Saranno rimovibili a mezzo di attrezzo, fissati per mezzo di viti imperdibili in nylon a passo lungo, con testa sferica per consentire l'apertura a cerniera del coperchio, ovvero in acciaio inox o in ottone, salvo deroghe concesse dalla DL, disposti in maniera idonea ad assicurare una compressione uniforme su tutti i lati del coperchio.

### **Morsettiere di derivazione**

All'interno delle cassette poste lungo le dorsali le morsettiere saranno in poliammide 6.6, di tipo fisso e componibili, mentre nelle cassette poste all'interno dei vari locali saranno in policarbonato, di tipo "compatto", unipolari a più vie; in ogni caso il serraggio dei conduttori dovrà essere di tipo indiretto.

La suddivisione tra gruppi di morsetti di tipo componibile appartenenti a fasi diverse dovrà avvenire mediante separatori.

Ove espressamente richiesto le derivazioni potranno essere effettuate all'esterno di cassette a mezzo di morsetti a perforazione dell'isolante, ovvero con morsetti a guscio.

Per ogni tipologia di morsettiera la tensione di isolamento dovrà comunque essere coerente con quelle dei cavi che ivi saranno attestati.

### **Montaggio e fissaggio cassette**

Le cassette dovranno essere montate in posizione accessibile; il fissaggio dovrà essere effettuato tramite tasselli ad espansione e bulloneria in acciaio zincato o chiodatura a sparo, in modo comunque da non trasmettere sollecitazioni ai tubi o ai cavi che vi fanno capo. Lo stesso dicasi per i telai in profilati metallici, staffe, zanche dimensionati per sostenere la cassetta.

### **Marcatura**

Tutte le cassette dovranno essere contrassegnate in maniera ben visibile con etichette adesive in tela plastificata (tipo ET della MODERNOTECNICA dim. 14x19 mm, ovvero 22x40 mm) indicanti il circuito di appartenenza e poste per quanto possibile sul fianco della cassetta, in linea o in prossimità delle condutture in ingresso; diversamente dovranno essere contrassegnate sul retro del coperchio qualora sussistano fattori estetici o finiture delle superfici che rivestano carattere artistico.

I canali dovranno essere invece contrassegnati, almeno ogni 5 m, con targhette colorate in tela adesiva, ovvero con piastrelle in alluminio verniciato o PVC colorato fissabili ad incastro sul fondo o sul bordo dei canali, per l'individuazione delle varie reti, secondo la seguente codifica:

- blu: reti di BT;
- bianco: impianti di comunicazione (telefonico, interfonico, TD);
- grigio: impianti di diffusione sonora, chiamata
- arancio: impianti di sicurezza (rivelazioni fumi, controllo accessi, TVCC, ecc.);

Le targhette o le piastrene dovranno avere una superficie visibile di almeno 5000 mm<sup>2</sup> (dim. 100x50 mm). Opportune tabelle per l'identificazione dei colori costruite in materiale e con scritte inalterabili dovranno essere poste in maniera visibile entro i locali tecnici dedicati all'installazione dei quadri di zona, qualora i quadri si trovino fuori da locali dedicati, le tabelle dovranno essere poste nell'apposita tasca porta schemi all'interno dei quadri stessi.

### 3.4. Impianto fotovoltaico

Tutti i riferimenti a marche e prodotti devono essere considerati indicativi ed individuano unicamente il livello qualitativo del prodotto di prevista fornitura. Sarà facoltà dell'Appaltatore potere fornire altri prodotti a parità di livello prestazionale atteso.

#### Pannelli di captazione

I moduli fotovoltaici utilizzati per la realizzazione del presente progetto sono moduli di potenza pari a 250kWp, realizzati in silicio monocristallino. L'occupazione completa della falda permette di installarne fino a una quantità di 208. Potenza di picco pari a 52kW.

Tutti i componenti degli impianti dovranno essere eseguiti con gli accorgimenti più perfezionati ed i sistemi costruttivi più aggiornati. Essi dovranno essere conformi ai materiali e componenti indicati nella descrizione generale dell'impianto.

#### Dati tecnici

Superficie totale moduli:	350 mq
Numero totale moduli:	208
Numero totale inverter:	3
Potenza totale:	50.500 W
Potenza fase L1:	10.000 W
Potenza fase L2:	12.500 W
Potenza fase L3:	28.000 W

L'impianto fotovoltaico di tipo grid-connected e montato sulla copertura è costituito da n°3 generatori fotovoltaici composti da n° 32-120 e 56 moduli fotovoltaici da 250W, da n°1 inverter da 13kW munito di n.1 MPPT, n° 1 inverter da 16,25 kW munito di n. 1 MPPT, n°1 inverter da 36,4kW munito di n.1 MPPT.

La potenza nominale complessiva dell'impianto è di 52 kWp per una produzione di 52999,46 kWh annui distribuiti su una superficie captante netta di 350 m<sup>2</sup>. Modalità di connessione alla rete Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 400 V.

Di seguito se ne riportano le principali caratteristiche elettriche e meccaniche.

#### 3.4.1. Moduli Utilizzati

##### **Dati generali**

Costruttore: SHUNDA

Sigla: SDI-200/250-96M

Tecnologia costruttiva: Silicio monocristallino

### **Caratteristiche elettriche in condizioni stc**

Potenza di picco [W]: 250.0 W

Imp [A]: 4,94

Isc [A]: 5,35

Efficienza [%]: 14,9

Vmp [V]: 50,6

Voc [V]: 60,5

### **Altre caratteristiche elettriche**

Coeff. Termico Voc [%/°C]: -0,34

Coeff. Termico Isc [mA/°C]: 0,04

NOCT [°C]: 45 ± 2°C

Vmax [V]: 1.000

### **Caratteristiche meccaniche**

Lunghezza [mm]: 1.580

Larghezza [mm]: 1.062

Superficie [m2]: 1,67

Spessore [mm]: 45

Peso [kg]: 20

Numero celle: 96

### **3.4.2. Inverter Utilizzati**

#### **GENERATORE 1**

##### **Dati generali**

Marca: Ingeteam

Modello: 10TL

Tipo fase: Trifase

##### **Parametri elettrici in ingresso (DC)**

MPPT: n.°:2;

Range di tensione MPPT1[V]: 200-820V;

Range di tensione MPPT2[V]: 200-820V;

Massima tensione DC[V]: 1000V

Massima corrente DC (ingr.1/ingr.2): 20/20A

Max pot. FV [W]: 13.000

##### **Parametri elettrici in uscita (AC)**

Potenza nominale [W]: 10.000

Tensione nominale [V]: 400

Corrente massima [A]: 14

Rendimento max [%]: 98,4

Distorsione corrente [%]: <3

Frequenza [Hz]: 50/60

Rendimento europeo [%]: 98,1

### **Caratteristiche meccaniche**

Dimensioni LxPxH [mm]: 650x250x650

Peso [kg]: 60,00

## **GENERATORE 2**

### **Dati generali**

Marca: Ingeteam

Modello: 28TL

Tipo fase: Trifase

### **Parametri elettrici in ingresso (DC)**

MPPT: n.º:2;

Range di tensione MPPT1[V]: 200-820V;

Range di tensione MPPT2[V]: 200-820V;

Massima tensione DC[V]: 1000V

Massima corrente DC (ingr.1/ingr.2): 40/30A

Max pot. FV [W]: 36.400

### **Parametri elettrici in uscita (AC)**

Potenza nominale [W]: 28.000

Tensione nominale [V]: 400

Corrente massima [A]: 40

Rendimento max [%]: 98,5

Distorsione corrente [%]: <3

Frequenza [Hz]: 50/60

Rendimento europeo [%]: 98,2

### **Caratteristiche meccaniche**

Dimensioni LxPxH [mm]: 750x250x750

Peso [kg]: 75,00

## **GENERATORE 3**

### **Dati generali**

Marca: Ingeteam

Modello: 12,5TL

Tipo fase: Trifase

### **Parametri elettrici in ingresso (DC)**

MPPT: n.º:2;

Range di tensione MPPT1[V]: 200-820V;



Range di tensione MPPT2[V]: 200-820V;  
 Massima tensione DC[V]: 1000V  
 Massima corrente DC (ingr.1/ingr.2): 20/20A  
 Max pot. FV [W]: 16.250

#### **Parametri elettrici in uscita (AC)**

Potenza nominale [W]: 12.500  
 Tensione nominale [V]: 400  
 Corrente massima [A]: 18  
 Rendimento max [%]: 98,4  
 Distorsione corrente [%]: <3  
 Frequenza [Hz]: 50/60  
 Rendimento europeo [%]: 98,2

#### **Caratteristiche meccaniche**

Dimensioni LxPxH [mm]: 650x250x650  
 Peso [kg]: 60,00

#### **3.4.3. Protezioni e dispositivi generali e di interfaccia**

Le seguenti specifiche prestazionali sono relative all'impianto nel suo complesso con presenza di impianto di cogenerazione e fanno di conseguenza riferimento ad interventi sul lato MT dell'impianto di utente.

Il funzionamento di un impianto di produzione in parallelo alla rete di distribuzione deve sottostare alle seguenti condizioni:

- non deve causare perturbazioni al servizio sulla rete di distribuzione;
- deve interrompersi immediatamente ed automaticamente in assenza di alimentazione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete non siano compresi entro i valori comunicati dal Distributore;
- il dispositivo di parallelo dell'impianto di produzione non deve consentire il parallelo con la rete in caso di mancanza di tensione o valori di tensione e frequenza non compresi entro i valori comunicati dal Distributore.

Per garantire la separazione dell'impianto di produzione dalla rete di distribuzione in caso di perdita di rete deve essere installato un Dispositivo di Interfaccia (DDI).

Il Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI), agendo sul DDI, separa l'impianto di produzione dalla rete di distributore evitando che:

- in caso di mancanza dell'alimentazione sulla rete, l'Utente possa alimentare la rete stessa;
- in caso di guasto sulla linea MT cui è connesso l'Utente attivo, l'Utente stesso possa continuare ad alimentare il guasto;
- in caso di richiusure automatiche o manuali di interruttori della rete di distribuzione il generatore possa trovarsi in discordanza di fase con la rete.

Sugli impianti di produzione, Utenti attivi, oltre al Dispositivo Generale (DG) devono essere previsti i seguenti dispositivi per garantire il parallelo con la rete:

- dispositivo di interfaccia (DDI), in grado di assicurare sia la separazione di una porzione dell'impianto dell'Utente (generatori e carichi privilegiati) permettendo il loro funzionamento in modo isolato, sia il funzionamento dell'impianto in parallelo alla rete;
- dispositivo di generatore (DDG) in grado di escludere dalla rete i soli gruppi di generazione singolarmente.

Il dispositivo generale, d'interfaccia e di generatore devono essere ubicati nell'impianto dell'Utente.

Il comando di apertura dei suddetti dispositivi deve poter essere effettuato sia manualmente da un operatore sia automaticamente dalle protezioni dell' Utente. La manovra dei dispositivi è di pertinenza dell'Utente.

Il dispositivo generale (DG) è definito dalla CEI 0-16 nel seguente modo:

Apparecchiatura di manovra e sezionamento la cui apertura (comandata dal Sistema di Protezione Generale) assicura la separazione dell'intero impianto dell'Utente dalla rete. Il DG è composto da un sezionatore generale immediatamente a valle del punto di consegna e da un interruttore generale posto immediatamente a valle del sezionatore oppure da un interruttore in esecuzione estraibile in grado di escludere dall'impianto di rete la connessione dell'intero impianto di utenza. Il Dispositivo generale deve provvedere alle seguenti protezioni:

- sovraccarico  $I >$ , 51;
- cortocircuito polifase (ritardata),  $I >>$ , 51;
- cortocircuito polifase (istantanea),  $I >>>$ , 50;
- guasto monofase a terra  $Io >$  (51N);
- doppio guasto monofase a terra,  $Io >>$ , 50N;
- direzionale di guasto a terra per neutro compensato 67NC o neutro isolato 67NI.

Il dispositivo di interfaccia (DDI) è definito dalla CEI 0-16 nel seguente modo:

Una (o più ) apparecchiature di manovra la cui apertura (comandata da un apposito sistema di protezione) assicura la separazione dell'impianto di produzione dalla rete, consentendo all'impianto di produzione stesso l'eventuale funzionamento in isola sui carichi privilegiati.

Il DDI può essere installato sia sul lato MT che sul lato BT. Nel caso in cui venisse installato sul lato MT, esso deve essere costituito da:

un interruttore tripolare in esecuzione • estraibile con sganciatore di apertura a mancanza di tensione oppure • un interruttore tripolare con sganciatore di apertura a mancanza di tensione e due sezionatori installati uno a monte e uno a valle dell'interruttore.

Per impianti con più generatori, il dispositivo di interfaccia deve essere di norma unico (in MT o in BT) e tale da escludere contemporaneamente tutti i generatori.

Viene fatta maggior chiarezza sul foglio di interpretazione F1 della CEI 0-16 V2 edizione 2009-04, il quale definisce che, nel caso in cui il DDI sia installato sul lato MT esso può essere costituito da:

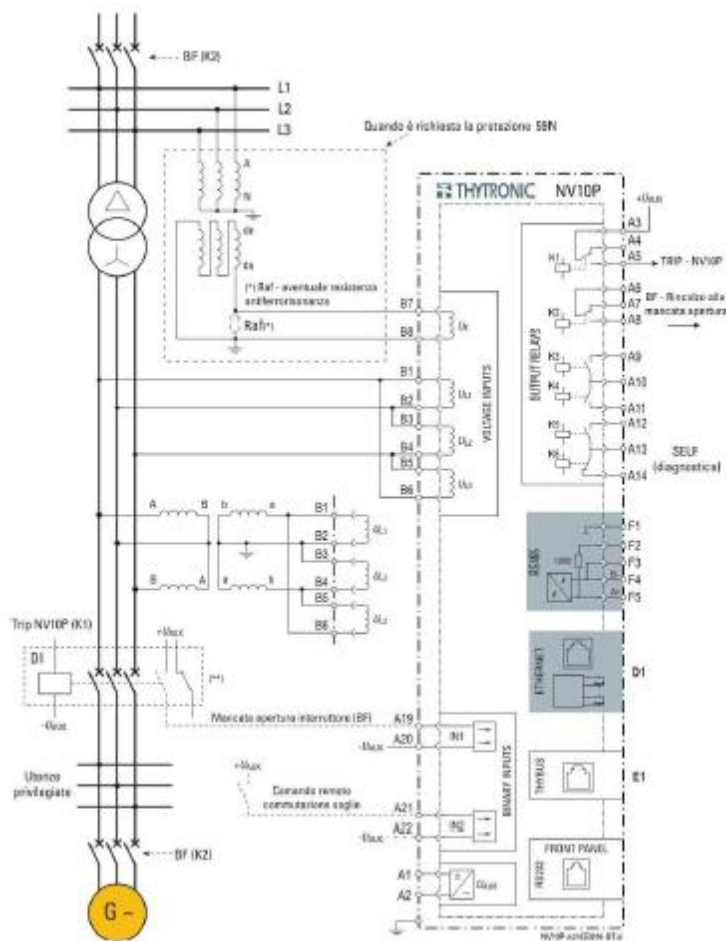
- un interruttore tripolare con sganciatore di apertura a mancanza di tensione e un sezionatore installato a monte o a valle dell'interruttore.

L'eventuale presenza di due sezionatori (uno a monte e uno a valle del DDI) è da considerare da parte dell'Utente in funzione delle necessità di sicurezza in fase di manutenzione.

È possibile, per necessità impiantistiche, installare più protezioni di interfaccia, una per ogni generatore, in questo caso per non degradare l'affidabilità del sistema, il comando di intervento di ogni protezione deve agire su tutti i DDI presenti nell'impianto. Questo permetterà la disconnessione di tutti i generatori della rete in caso si verifichi un'anomalia dovuta anche da un solo SPI (Sistema di Protezione d'Interfaccia).

Nel caso in cui il Dispositivo di Interfaccia (DDI) coincidesse con il Dispositivo Generale (DG) è possibile avere tramite un solo relè la protezione dei dispositivi suddetti. Con questa soluzione è possibile accorpare in un unico apparecchio il Sistema di Protezione Generale (SPG) e il Sistema di Interfaccia (SPI).

La soluzione adottata nel caso di specie corrisponde a quella sotto specificata in cui il DI è coincidente con il DG in media tensione:



#### 4. IMPIANTI MECCANICI

##### Criteri Generali di Progettazione

Gli impianti sono stati progettati e dovranno essere realizzati secondo la miglior regola d'arte e con l'utilizzo di apparecchiature e materiali nuovi e della miglior qualità.

Dovranno risultare conformi alle leggi vigenti e alle normative tecniche di riferimento con particolare ma non esclusivo riferimento a UNI, UNI-CIG e CEI; tale conformità dovrà essere documentata. Tutti i materiali dovranno essere campionati e sottoposti al Direttore dei Lavori per approvazione. Gli impianti sono stati



progettati e dovranno essere realizzati, nelle singole parti e complessivamente, per assicurare le seguenti caratteristiche:

### **Sicurezza**

Protezione e salvaguardia dei lavoratori addetti alle opere di installazione degli impianti con particolare riferimento alla in fase di costruzione;

Incolunità degli utenti nell'uso degli impianti stessi;

Protezione e salvaguardia dei lavoratori addetti alla conduzione, manutenzione ordinaria e straordinaria.

### **Affidabilità Funzionale**

Implementata con la semplicità e la qualità delle tipologie impiantistiche e delle apparecchiature installate;

Assicurata dalla ridondanza calibrata degli impianti e dall'ottimale compromesso tra l'affidabilità stessa e l'economicità di installazione.

### **Semplicità ed Economicità Manutentiva**

Implementata con l'installazione lineare e modulare e con la facile accessibilità degli impianti;

Assicurata dalle ridotte esigenze di manutenzione dei materiali e apparecchiature adottati;

### **Elasticità Funzionale**

Intesa come possibilità di gestire in condizioni funzionalmente ed energeticamente ottimali situazioni anche molto differenziate in termini di reale occupazione degli edifici e delle loro parti;

### **Durabilità**

Intesa come risultato dell'impiego di tipologie impiantistiche e specifiche apparecchiature e materiali di robusta e durevole costruzione.

### **Riduzione dei Consumi Energetici**

Implementata con l'adozione di macchine ad elevata efficienza energetica;

Perseguita attraverso procedure gestionali e manutentive progettate ad hoc

### **Riduzione dell'Impatto Ambientale**

Consequente alla scelta di macchine a bassa emissione inquinante, elevata efficienza energetica, e all'impiego di prodotti e materiali a ridotto impatto ambientale;

Ottenuta assicurando che il funzionamento degli impianti nel loro complesso non generi disturbi acustici all'esterno dei fabbricati o nei locali dei fabbricati stessi;

Ottenuta assicurando che il rumore emesso verso l'esterno sia conforme alla normativa vigente ed in particolare alla legge quadro 447/1995, e al DPCM 14/11/1997;

Ottenuta assicurando che il livello acustico nei locali tecnici e nelle centrali, sia conforme a tutte le prescrizioni di cui al D.Lgs. 15/8/91 n. 277 in merito alla tutela della salute dei lavoratori.

### **Sicurezza Antisismica**

Ottenuta anche attraverso l'elevato grado di sicurezza degli impianti, a fronte di evento sismico, congruente con il grado di sicurezza antisismico previsto dalla normativa vigente per le strutture di prevista realizzazione.

### **Ottimizzazione e Progettazione di Dettaglio**



## Generalità

La redazione degli eventuali documenti di interfaccia tra il progetto e l'esecuzione, aventi lo scopo di coniugare le esigenze progettuali con quelle di realizzazione delle opere, nel rispetto dell'autonomia imprenditoriale dell'esecutore, saranno svolte nel rispetto delle prescrizioni del progetto esecutivo. In sostanza i suddetti documenti, laddove necessari, hanno la funzione di adattare le specifiche dei marchi scelti in fase di installazione al progetto esecutivo, rappresentando le particolari condizioni di posa in opera che tengano conto delle esigenze di ingresso ed uscita delle canalizzazioni, delle tubazioni e delle apparecchiature. In particolare detti documenti specificano e dettagliano la predisposizione degli alloggiamenti e dei fori nelle strutture e nelle pareti murarie; rappresentano la verifica delle ipotesi progettuali in ordine a dimensioni e pesi effettivi delle macchine adottate; costituiscono la base per il coordinamento delle interfacce dei sistemi di supervisione e gestione una volta che sia stata scelto il sistema da implementare, pur nel rispetto delle prescrizioni del progetto esecutivo.

I suddetti documenti saranno sottoposti al Direttore dei Lavori per approvazione.

## Documentazione finale

Prima della esecuzione dei collaudi provvisori sarà fornita ai collaudatori la seguente documentazione:

Dichiarazione di conformità ai sensi del DM 22 gennaio 2008 n. 37;

Disegni e Schemi di come costruito (AS-BUILT);

Descrizione generale, relazioni di calcolo e tabelle aggiornate in relazione alle eventuali varianti intervenute in corso d'opera;

Raccolta delle certificazioni relative alle macchine, alle apparecchiature ed ai materiali posti in opera;

Raccolta delle documentazioni tecniche delle Case Costruttrici relative alle macchine, apparecchiature e materiali facenti parte degli impianti, che consentano la loro perfetta identificazione e la possibilità di reperire i pezzi di ricambio;

Manuali con tutte le istruzioni per la conduzione degli impianti;

Manuale con l'elenco delle operazioni di ordinaria manutenzione ed il dettaglio delle modalità e periodicità di esecuzione;

Elenco delle parti di ricambio occorrenti per l'esercizio.

## Collaudo

Le modalità di collaudo per gli impianti meccanici dovranno essere quelle successivamente riportate; queste, come richiesto dalla normativa vigente, sono relative alle indicazioni di massima e minimali applicabili sempre e comunque per tutti gli impianti con caratteristiche generali ai sensi della legge 46/90. Qualora si trattasse di impianti particolari si rimanda alle prescrizioni dei VV.F. e agli organi di controllo quali I.S.P.E.S.L., ASL o altri aventi titolo.

## Verifica Provvisoria e Consegna degli Impianti

Durante l'esecuzione dei lavori e in modo che risultino completate subito dopo l'ultimazione dei lavori stessi, si effettueranno delle verifiche provvisorie con lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti ad uso degli utenti a cui sono destinati. Ad ultimazione di ciascuna

verifica provvisoria, a seguito delle singole valutazioni, a seguito delle risultanze del collaudo tecnico-funzionale effettuato da tecnico abilitato, nonché a seguito della emissione dei certificati di conformità e degli elaborati grafici as built, il Direttore dei Lavori autorizza o meno la messa in funzione e la presa in consegna degli impianti.

La verifica provvisoria ha la finalità, anche durante l'esecuzione dei lavori, di accertare che gli impianti siano conformi al progetto, che in esercizio operino in piena sicurezza e che siano state effettuate e rispettate le vigenti norme di legge. In particolare si verifica:

- lo stato di flangiatura delle canalizzazioni;
- lo stato delle saldature delle tubazioni;
- la tenuta dei circuiti aeraulici, fluidici, idraulici e gas;
- lo stato di coibentazione delle tubazioni;
- la corretta posa in opera delle apparecchiature e dei componenti;

### **Collaudo definitivo degli impianti**

Nell'ambito del Collaudo definitivo dell'Opera, per il cui iter amministrativo e burocratico si rimanda ai documenti all'uopo predisposti, limitatamente agli impianti meccanici, dovranno effettuarsi come minimo le seguenti verifiche:

- verifica dell'osservanza delle norme tecniche generali;
  - verifica della rispondenza delle opere realizzate con gli elaborati progettuali;
  - verifica della rispondenza delle opere realizzate alle modifiche formalizzate nelle eventuali perizie di variante;
  - verifica della qualità dei materiali impiegati e della conformità, rispetto ai campioni proposti ed accettati dal Direttore dei Lavori;
  - verifica delle certificazioni e della conformità dei materiali installati con le certificazioni consegnate.
- Inoltre nel collaudo definitivo dovranno essere confermata la validità delle verifiche provvisorie ripetendo le prove, a discrezione del Direttore dei Lavori. In particolare si deve verificare:
- lo stato di flangiatura delle canalizzazioni;
  - lo stato delle saldature delle tubazioni;
  - la tenuta dei circuiti aeraulici, fluidici, idraulici e gas;
  - lo stato di coibentazione delle tubazioni;
  - la corretta posa in opera delle apparecchiature e dei componenti;
  - la regolazione del flusso d'aria dei diffusori e nelle bocchette;
  - la misura delle portate d'aria e dei ricambi;
  - la misura delle temperature di immissione ed in ambiente;
  - lo stato di funzionamento delle macchine;
  - la verifica degli organi in movimento;
  - il corretto posizionamento degli strumenti;
  - l'accessibilità per gli interventi di manutenzione;

i livelli termoigrometrici;

i livelli acustici;

i certificati di collaudo delle varie apparecchiature principali;

tutta la documentazione tecnica (documentazione finale) comprovante l'esecuzione AS BUILT e le prove strumentali.

Tale ripetuto controllo dovrà avere lo scopo di accertare che le condizioni per le quali la verifica provvisoria ha dato esito favorevole non si siano alterate. Laddove la verifica provvisoria abbia avuto esito negativo, il controllo in sede di collaudo definitivo, ha lo scopo di accertare che le anomalie e le situazioni che hanno impedito l'esito positivo, siano state rimosse nel frattempo. Nei casi in cui le prove provvisorie non siano state effettuate per intero, le indagini prescritte dovranno effettuarsi in sede di collaudo definitivo.

Le formalità con cui saranno svolte le prove e le verifiche saranno definite dal Direttore dei Lavori.

### **Modalità di Esecuzione e Prove degli Impianti**

L'installatore o il fornitore dovrà produrre un programma di massima delle prove che dovrà sottoporre all'approvazione del Direttore dei Lavori, specificando le interferenze interne ed esterne con altre attività o lavorazioni.

Tutte le prove dovranno essere confermate dal Direttore dei Lavori e per accettazione controfirmate. Le prove in cui non sarà presente la Committenza, fatte salve diverse indicazioni riportate per iscritto, dovranno essere ripetute. Qualora per necessità particolari l'installatore dovesse mettere in tensione delle apparecchiature al di fuori delle pianificazioni prestabilite, dovrà essere chiesto uno specifico permesso alla D.LL. secondo modalità che saranno definite in luogo con debito anticipo.

Tutte le prove preliminari per l'accertamento dei materiali, eseguite nel corso del lavoro per verificare lo stato di manutenzione dei materiali, non possono in alcun modo essere utilizzate come prove di collaudo di accettazione.

Qualora l'impianto o l'apparecchiatura non entri in funzione o non venga consegnato immediatamente dopo l'esecuzione delle prove, al momento dell'effettiva messa in esercizio della consegna definitiva dell'impianto dovranno essere eseguite delle prove supplementari di verifica che, nel tempo intercorso dalle prove ufficiali, nulla è intervenuto a cambiare o a modificare la funzionalità e la perfetta efficienza dell'impianto stesso e dei suoi componenti. L'installatore o il fornitore si dovrà quindi rendere disponibile ad effettuare delle prove supplementari a richiesta della D.LL. nella quantità e qualità necessarie ed esse saranno compensate secondo modalità da concordare al momento con la D.LL. solamente qualora questa riconosca il carattere dell'eccezionalità.

Opportune cautele dovranno essere messe in atto a cura e carico dell'installatore o del fornitore, previa approvazione della D.LL., per conservare l'integrità degli impianti prima della loro entrata in servizio. Tali cautele potranno essere ad esempio individuabili nell'etichettatura opportuna delle apparecchiature collaudate, emissione di permessi di lavoro per l'esecuzione di opere interessanti apparecchi collaudati, chiusura dei locali ove siano installate apparecchiature collaudate.



Apparecchiature o parti di impianto predisposte operativamente per funzionare connesse con altre apparecchiature dovranno essere provate insieme a queste ultime per garantire il perfetto funzionamento dell'insieme. Ad esempio si riporta come unicità elettrica l'insieme di un avviatore di un motore, i relativi cavi di collegamento, il motore stesso ed il quadro da cui prende l'alimentazione compresi gli impianti di sicurezza accessori.

I risultati di tutte le prove dovranno essere forniti in visione al Direttore dei Lavori per accettazione. Tali risultati dovranno essere catalogati, raccolti, aggiornati e verbalizzati attestando che le prove sono state eseguite in accordo con la programmazione generale del cantiere.

Tutte le prove dovranno essere svolte alla presenza del collaudatore ad opera dell'installatore o fornitore coinvolto che metterà a disposizione, a suo carico, personale specializzato, i mezzi e gli strumenti necessari. Le qualifiche e le credenziali del personale e le certificazioni degli strumenti devono essere sottoposte per approvazione al Direttore dei Lavori e al Collaudatore.

L'installatore dovrà fornire inoltre tutti gli apprestamenti anche provvisori affiché le prove siano effettuate in sicurezza specialmente durante i periodi in cui altro personale svolgente altre attività potrebbe essere presente nell'area nella quale si dovranno svolgere le prove stesse.

I valori minimi risultanti dai collaudi dovranno essere in accordo con le istruzioni dei fabbricanti delle apparecchiature e con le relative norme di applicazione nonché con le prescrizioni contrattuali.

Nel caso che le prove diano esiti negativi, l'installatore o il fornitore dovrà eliminare le anomalie o i difetti dei materiali. Quindi la prova sarà ripetuta. Nel caso in cui i risultati delle prove risultino inferiori ai minimi accettabili, l'installatore o il fornitore è chiamato a individuarne le cause ed a comunicarle per iscritto al collaudatore ed alla D.LL.. Le azioni correttive saranno a carico dell'esecutore delle relative opere. Ove si tratti di apparecchiature complesse potrà essere richiesto l'intervento dei relativi fornitori.

72

#### 4.1. Tubazioni

Per la verifica, il trasporto, il carico, lo scarico, l'accatastamento e l'immagazzinamento delle tubazioni, dei raccordi e dei pezzi speciali si farà riferimento al DM 12/12/1985.

Prima di ordinare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori, schede tecniche e/o campioni dei materiali che intende fornire, inerenti i tubi, il tipo di giunzione, i pezzi speciali, le flange ed eventuali giunti speciali. All'esterno di ciascun tubo o pezzo speciale, in linea di massima dovranno essere apposte in modo indelebile e ben leggibili le seguenti marchiature: marchio del produttore; sigla del materiale; data di fabbricazione; diametro interno o nominale; pressione di esercizio; classe di resistenza allo schiacciamento (espressa in kN/m per i materiali non normati).

- tubi di acciaio mannesmann nero/zincato conformi alla norma UNI EN 10255:2007 (serie media e serie L) fino a DN 50 ed alla norma UNI 7287-86 per diametri oltre DN65. Giunzioni fino da DN 65 filettate, oltre DN 65 flangiate per impianti idrico sanitari e di riscaldamento; flange filettate circolari a collare PN 16 UNI 2282 con risalto tornito UNI 2229 e rigatura di tenuta. Raccorderia: in ghisa malleabile filettata secondo UNI 5193 per tubazioni nere ed in ottone per tubazioni zincate. Tubazioni provviste di rivestimento coibente isolante come art. 70b10 ma eseguito con coppelle in fibra di vetro e fasciatura in lamierino di alluminio.



- tubi in PVC rigido per fognature serie UNI EN 1401-1, giunto a bicchiere con anello elastomerico di tenuta per sistemi di fognatura e scarichi interrati non in pressione, compreso il carico e lo scarico a pie' d'opera, e la loro discesa nella trincea; compreso ogni lavoro e provvista per dare l'opera perfettamente ultimata a regola serie SN 8 kN/m<sup>2</sup> SDR 34.
- tubi in PVC rigido per condotte in pressione destinate al convogliamento di acque per uso irriguo, industriale e fognature, secondo la norma UNI EN 1452, giunto a bicchiere con anello elastomerico di tenuta inamovibile per sistemi di fognatura e scarichi interrati in pressione, compreso il carico e lo scarico a pie' d'opera, e la loro discesa nella trincea; compreso ogni lavoro e provvista per dare l'opera perfettamente ultimata a regola; resistenza minima di 25 MPa DE 125 - PN 20 SDR 13,6 SN 61.

#### 4.2. Impianto di raccolta acque bianche

- Pozzetti di ispezione, di raccordo o di caduta per fogne tubolari cilindriche, delle sezioni interne di cm 100x100, come da disegno tipo. Detto in conglomerato cementizio semplice od armato, gettato in opera (spessore delle pareti cm 15-20), compreso il ferro di armatura. Soletta di copertura in cemento armato dello spessore minimo di cm 20. Il tutto idoneo per sopportare carichi stradali pesanti. Compresi i gradini in ferro alla marinara e il fondello 120 (1/3 di circonferenza) in gres o cemento di diametro uguale a quello di uscita escluso il solo chiusino in ghisa, compreso lo scavo.
- griglie in ghisa sferoidale a norma uni en 124. Fornitura in opera di griglie in ghisa sferoidale per canalette, classe c 250 - dim 1000 x 600 mm, peso 60 kg circa.
- Pozzetto disoleatore dalle seguenti caratteristiche tecniche: 1) Capacità di contenimento pari a 1680 litri; 2) Volume olio pari a 76 litri; 3) Volume sabbia pari a 169 litri; 4) Dimensioni di ingombro pari a diametro 140mm per altezza pari a 1445mm.
- Pompa sommergibile per acque cariche per il funzionamento continuo, per il montaggio sommerso comprensiva di quadro elettrico di commutazione, di collegamenti elettrici ed idraulici e di ogni ulteriore onere necessario alla restituzione secondo la piena regola dell'arte. Caratteristiche tecniche: Alimentazione di rete: 3~400 V, 50 Hz; Modo di funzionamento immerso e non sommerso: S1; Grado protezione: IP 68; Classe isolamento: F; Temperatura max. del fluido: 3 - 40 °C; Passaggio sferico libero: 80 o 95 mm; Max. profondità d'immersione: 20 m. Prevalenza pari a 160KPa con portata pari a 100m<sup>3</sup>/h.
- Sistema elettrico per alimentazione pompe sommerse costituito dai seguenti magisteri: 1) Quadro elettrico di alimentazione in carpenteria metallica per posa a par ete; 2) Apparecchiature di protezione (n.1 interruttore del tipo MTD con corrente ininterrotta nominale pari a 25A 4P potere di interruzione pari a 25KA corrente differenziale nominale pari a 500MA; n. 2 salvamotori trifase 10A, 50KA); 3) Condotte elettriche di collegamento (linee trifasi in cavidotto corrugato a doppia parete con sezione di fase pari a 10mm<sup>2</sup>).

#### 4.3. Impianto di cogenerazione

Si prevede la fornitura in opera di un impianto per la produzione di energia elettrica con contemporaneo recupero termico (sistema di cogenerazione) con motore primo del tipo endotermico ad alimentazione a

gas posizionato (struttura containerizzata) in corrispondenza del piazzale sud del palazzetto in adiacenza ai locali di cabina elettrica.

Il gruppo elettrogeno alimentato a gas metano verrà installato in una cofanatura adatta all'installazione in esterno dimensionata per un livello sonoro residuo pari a 75 dB(A) a 7 mt. Sulla parte superiore è posizionata una marmitta per abbattimento rumore di scarico, lo scambiatore a fascio tubiero per recupero termica fumi e i cassoni di insonorizzazione delle prese di aspirazione e mandata aria di ventilazione.

All'interno della cofanatura è posizionato il gruppo elettrogeno con un accoppiamento tra motore e alternatore del tipo monosupporto. Le vibrazioni vengono eliminate mediante l'impiego di appositi supporti elastici ad alto assorbimento opportunamente dimensionati per il carico da sostenere, posizionati fra gruppo e telaio di appoggio del gruppo stesso. La cofanatura dispone di un sistema di ventilazione opportunamente dimensionato per garantire sia in inverno che in estate il corretto  $\Delta T$  (temperatura) tra ingresso e uscita aria. All'interno del container è installato il modulo termico, che:

- gestisce il recupero della termica acqua motore da circuito camicie così come l'eventuale smaltimento di emergenza
- alloggia pompe e componenti di linea smaltimento circuito refrigerazione carica combustione (aftercooler), la cui termica è sempre dissipata a bassa temperatura per garantire il miglior rendimento elettrico

La linea di adduzione del gas metano è collegata internamente al motore: i componenti con valenza funzionale sono posti all'interno del container mentre quelli con valenza di sicurezza ai fini delle normative vigenti sono installati immediatamente all'esterno dello stesso in modo accessibile e protetto.

Il quadro di comando e controllo con relativo interruttore di macchina (Dispositivo di Generatore coincidente con Dispositivo di interfaccia) e le protezioni di generatore e interfaccia previste per legge, saranno installati all'interno del container in un vano quadri termicamente e acusticamente segregato per garantire sicurezza e confort all'operatore addetto alle operazioni di normale conduzione di impianto.

Si prevede pertanto la seguente fornitura

n° 1 Gruppo elettrogeno alimentato a gas metano della potenza elettrica 197 kWe con alternatore adatto al funzionamento in parallelo rete del Distributore

- n°1 cofanatura per esterno da 75 dB(A) a 7 mt. con relativi ventilatori adatta per l'alloggiamento del gruppo e dei sistemi di recupero calore, dotata di sistema automatico di rilevazione fughe gas e incendi;
- n° 1 sistema di setti di silenziamento in ingresso/uscita aria idonei ad un livello sonoro residuo pari a 75 dB(A) a 7 mt. ;
- n° 1 Rampa gas esterna con i relativi dispositivi di sicurezza previsti per legge (valvola di intercettazione NC a riarmo manuale con sensore sismico, valvola di sfiato NA a riarmo automatico, valvola manuale di intercettazione) e con un sistema di misura certificata della portata gas (misuratore e convertitore)
- n.1 sistema di recupero calore dal circuito acqua motore e dai gas di scarico, per la produzione di acqua calda alla temperatura massima di 90 °C, comprensivo dei relativi dispositivi di dissipazione e contabilizzazione certificata dell'energia termica prodotta;
- n°1 marmitta gas di scarico idonea per l'abbattimento del rumore fino a 75 dB(A) a 7 mt.

• Quadri di comando e controllo con interruttore di macchina a 400V motorizzato, centralina di parallelo per sincronizzazione con i parametri della rete del Distributore, sistema multifunzione di protezione e contabilizzazione certificata dell'energia elettrica sia prodotta ai morsetti alternatore sia auto consumata per servizi ausiliari cogenerazione.

Dati principali del gruppo di cogenerazione:

- Potenza elettrica 197KWe;
- Potenza termica totale 263KWt;
- Efficienza totale 82,91%

Caratteristiche principali del motore:

- Numero di cilindri 6;
- Alesaggio 128mm;
- Corsa 166mm;
- Potenza meccanica all'asse motore 210KW;
- Tipo di combustibile gas metano;
- Consumo specifico al 100% del carico 57,7m<sup>3</sup>/h;

Motore 4 tempi , tipo di iniezione: diretta, aspirazione: turboalimentato ed interrefrigerato, raffreddamento ad acqua in circuito chiuso controllato termostaticamente , avviamento elettrico, lubrificazione forzata con pompa ad ingranaggi Il motore viene fornito completo di:

- filtri aria aspirazione con indicatore di intasamento ;
- filtro olio ad elementi intercambiabili ;
- pompa olio lubrificante azionata dal motore ;
- refrigerante olio;
- volano pesante per gruppi elettrogeni ;
- campana copri volano ;

Sistema di avviamento: elettrico a 24 V. cc., comprendente:

- motorino d'avviamento a 24 V.
- alternatore carica batterie da 24 V, completo di regolatore di carica e raddrizzatore incorporato
- batterie di avviamento al Pb da 24 V.

Sul motore saranno previsti i seguenti dispositivi di comando controllo e protezione :

- minima pressione olio
- massima temperatura acqua di refrigerazione
- sovravelocità motore
- dispositivo di arresto automatico per avaria motore

Il sistema integrato nel container prevede un rabbocco automatico dell'olio in coppa tramite un serbatoio da 120 lt. All'interno del container viene installato un dispositivo a tre vie che segnala il livello in coppa al diminuire del quale viene aperta la condotta che unisce il serbatoio e la coppa consentendo il refilling dell'olio fino al massimo livello consentito nella coppa.



Vengono forniti i seguenti giunti compensatori/flessibili :

- Compensatore/ flessibile per linea combustibile, esecuzione in acciaio inossidabile, con flange in acciaio al carbonio
- compensatori per raccordi acqua esecuzione in gomma con flange in acciaio al carbonio
- tubi flessibile per raccordi olio fresco ed olio esausto
- compensatore per uscita gas di scarico esecuzione in acciaio inossidabile con flange in acciaio al carbonio

Per consentire l' avviamento della macchina anche in condizioni di temperatura critica, il gruppo è provvisto di un dispositivo idoneo a mantenere l' acqua refrigerante del motore ad una temperatura fra 40°C e 45°C a motore fermo. Il sistema è controllato tramite apposito termostato che consente l' attivazione e la disattivazione del sistema di preriscaldamento.

La rampa di alimentazione del gas naturale sarà realizzata con componenti conformi alla Direttiva GAS 90/396/CEE e comprenderà obbligatoriamente:

- • filtro del gas;
- • manometro con rubinetto a pulsante;
- • nr.2 valvole elettromagnetiche (o valvola elettromagnetica doppia);
- • regolatore di pressione (zero);
- • tubazione flessibile in acciaio legato per collegamento al motore.;
- • valvola manuale di intercettazione;
- • tubazioni in acciaio nero per gas;
- • valvola di sfiato NA;
- • elettrovalvola NC a riarmo manuale;

76

Silenziatore gas di scarico

Il sistema di silenziamento dei gas di scarico verrà dimensionato per l' ottenimento di un valore di emissioni sonore residue misurate alla bocca di uscita pari a 75 dB(A) a 7 mt. con il motore in marcia e sarà realizzato interamente in acciaio inox 304 con flange in acciaio al carbonio.

Caratteristiche principali dell'alternatore:

- Configurazione: singolo senza spazzole a campo rotante;
- Numero di poli 4;
- Potenza nominale continua 275KVA;

I generatori trifase sincroni senza spazzole, autoeccitati, autoregolanti, con dispositivo ammortizzante per il 30% del carico sbilanciato e il funzionamento in parallelo, centro stella, grado di protezione IP23, con impregnazione tropicalizzata speciale sotto vuoto , interferenze radio grado "N", set-point di regolazione della tensione + / - 5%.

Esecuzione meccanica

Il generatore è composto statore principale a poli salienti, lo statore eccitatrice esterna come poli macchina, un regolatore automatico di tensione (AVR) con stadio di uscita tiristore che viene alimentato



attraverso i terminali di uscita del generatore. Autoventilato con flusso radiale, max. sovravelocità 2.250 rpm.

#### Principio elettrico

L'alimentazione dell'eccitazione è effettuato mediante il regolatore automatico di tensione (AVR). La tensione trifase (AC) indotta all'interno del rotore eccitatrice sarà corretta attraverso il raddrizzatore rotante e trasferita allo statore principale. La stabilizzazione della tensione del generatore principale con carico variabile viene fatta dalla corrente di eccitazione dal tiristore di uscita del regolatore di tensione automatica. Esecuzione conforme a: DIN 6280-3, VDE 0530, ÖVE-M 10, ISO 8528-3, BS 5000, IEC 34

#### Componenti

- Telaio, pacco statore
- 2/3 passo di avvolgimento per la soppressione della più alta corrente armonica
- Morsettiera con morsetti principali e terminali ausiliari per sensori di temperatura
- Rotore con albero di sufficientemente dimensionato
- Albero bilanciato dinamicamente con mezza linguetta
- cuscinetto bloccato lato accoppiamento
- cuscinetto libero lato opposto
- Unità di eccitazione
- Regolatore di Cos-phi e potenza reattiva
- regolatore di tensione automatico con dispositivo di rilevamento trifase

Recupero calore per produzione acqua calda a 90° C: Il sistema di recupero termico ad alta temperatura consente lo sfruttamento dell' energia termica dei circuiti di raffreddamento acqua motore, oil-cooler e il residuo di potenza termica dai fumi per la produzione di acqua calda.

Il sistema di recupero calore e principalmente composto da :

- scambiatore di calore di tipo a piastre ispezionabile fra acqua di raffreddamento motore e acqua utenza , montato su apposito sostegno
- recuperatore a fascio tubiero per il recupero dell' energia termica residua dei gas di scarico, montato su apposito sostegno completo di by pass a comando elettrico modulante
- pompe, valvole strumentazione di comando e controllo necessarie al corretto funzionamento e alla sicurezza del sistema di recupero ;
- skid di contenimento di tutta la parte strumentale/scambiatori, pre-assemblato in officina CTM ;
- cablaggio di tutta la strumentazione relativa in apposita junction box;

#### CONTROLLO DELLE EMISSIONI

Il livello di concentrazione NOx viene limitato a livello di carburazione motore: il sistema di gestione dei parametri di funzionamento motore ottimizza in continuo il rendimento di combustione operando un'ottimizzazione vincolata a due parametri: il rendimento elettrico e il rispetto della soglia di 500 mg/nmc di NOx al 5% di ossigeno.

#### SISTEMA DI DISSIPAZIONE CALORE

Il calore prodotto dal motore sotto forma di acqua di raffreddamento camicie e oil-cooler e non utilizzato dall'utente viene dissipato attraverso un sistema di raffreddamento (radiatore) sistemato all'esterno del

container. L'elettroradiatore interviene sul circuito acqua tramite una valvola modulante con controllo della temperatura di ingresso al motore. Il calore prodotto dal sistema di raffreddamento della miscela di combustione viene sempre gestito in assetto dissipativo attraverso un sistema di raffreddamento aria/acqua e relativo radiatore sistemato all'esterno del container. L'elettroradiatore interviene sul circuito miscela tramite una valvola modulante per garantire raffreddamento (aumento della densità della miscela diretta alle camere di combustione) e relativo beneficio di rendimento, scongiurando nel contempo un'eccessiva interrefrigerazione che porterebbe alla formazione di condensa. La fornitura consiste in 2 elettroradiatori 400/220 Volt, 50 Hz o in alternativa integrati in uno solo a doppia massa radiante.

#### SISTEMA DI INSONORIZZAZIONE

Il container insonorizzato (o cofanatura solidale a basamento in carpenteria) serve per alloggiare il gruppo di cogenerazione con tutti gli accessori ed i relativi quadri. Esso viene sistemato all'esterno e costituisce un'unità "package" autonoma e pronta per l'esercizio.

#### Equipaggiamento

Il container è progettato per i moduli di cogenerazione con motore endotermico, assolve le funzioni di:

- Insonorizzazione del rumore meccanico del gruppo elettrogeno e dei servizi ausiliari ad esso connessi
- Alloggiamento e protezione delle apparecchiature dalle intemperie

Tali funzioni devono essere ottimizzate nel rispetto dei vincoli di:

- Canalizzazione aria necessaria alla ventilazione e all'apporto comburente ai filtri
- Accessibilità e sicurezza ai fini manutentivi e di conduzione
- Rispetto delle normative di sicurezza con particolare riguardo alla prevenzione incendi, protezione dal contatto con parti in tensione, con superfici ad alta temperatura o componenti in movimento

L'abbattimento del rumore è progettato per un valore residuo di 75 dB(A) misurato a 7 mt.

La dotazione di sicurezza per prevenzione incendi e infortuni prevede:

- n.° 1 sensori presenza metano
- n.° 1 centralina controllo
- n.° 1 dispositivo di segnalazione acustica e luminosa
- n.° 1 estintore portatile di tipo omologato per fuochi di classe 21-A, 113 B-C
- Cartellonistica di sicurezza

Gli impianti non rientrano nell'ambito degli impianti AD e si limitano quindi al rispetto della norma CEI 68-8 (legge n.° 186 del 01/03/68).

Il sistema di insonorizzazione del container sarà completato con :

- n° 1 setto di insonorizzazione su presa d' aria di aspirazione
- n° 1 setto di insonorizzazione su presa d' aria di espulsione

#### QUADRI ELETTRICI

Quadro elettrico di parallelo con la rete

n. 1 Quadro Elettrico Automatico di controllo e comando di una centrale di autoproduzione, composta da n.1 Gruppo Elettrogeno funzionante in parallelo, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- Potenza: 200 kW
- Tensione: 400V

- Frequenza: 50Hz
- Tensione di batteria: 24 Vcc