

**DIREZIONE OPERE PUBBLICHE**

NOME DELLA PROVINCIA <b>TORINO</b>		NOME DEI COMUNI/ASL <b>COMUNE DI TORINO</b>	
LIVELLO PROGETTUALE <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
CUP <b>F14H14000510001</b>	TITOLO INTERVENTO <b>INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA NEL PALAZZO DEL GHIACCIO DI CORSO TAZZOLI SITO IN TORINO</b>		
CODICE OPERA <b>SCR 13L65U06A</b>			
Tavola n. <b>04</b>	TITOLO TAVOLA <b>DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI</b>		
DATA <b>27 GENNAIO 2017</b>	SCALA <b>-</b>	AREA PROGETTUALE <b>ELABORATI GENERALI</b>	
FORMATO ELABORATO <b>A4</b>	CODICE GENERALE ELABORATO <b>13L65U06A 1 0 E GE 00 DC 001 0</b>		
NOME FILE <b>04_13L65U06A_1_0_E_GE_00_DC_001_0.pdf</b>			
VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE	
0	27 GENNAIO 2017	Prima redazione	
<div> <div> <p>RTP PROGETTAZIONE <b>CAPOGRUPPO:</b> <b>4 U Engineering Srl</b></p> <p>PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA: <b>Studio Pession Associato</b> corso Galileo Ferraris, 60 - 10129 Torino T 011 599354 - e-mail segreteria@pession.it</p> <p>PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICI: <b>4 U Engineering Srl</b> corso Galileo Ferraris, 35 - 10121 Torino T 011 5611060 - e-mail info@4uengineering.com</p> </div> <div>  <p>COORDINAMENTO: <b>Studio Pession Associato</b></p> <p>PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI: <b>4 U Engineering Srl</b> corso Galileo Ferraris, 35 - 10121 Torino T 011 5611060 - e-mail info@4uengineering.com</p> </div> <div>  <p>PROGETTAZIONE STRUTTURALE E SICUREZZA: <b>ing. Fabio Manzone</b> via Fratelli Carle, 57 - 10129 Torino T 011 5611060 - e-mail manzone.studio@gmail.com</p> </div> <div>  </div> </div>			
ORGANISMO DI CONTROLLO <b>BTP Italia S.r.l.</b>		S.C.R. PIEMONTE S.p.A.  Responsabile del Procedimento: arch. Sergio Manto	

## INDICE

<b>1</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>5</b>
1.1	OGGETTO DELLE OPERE .....	5
1.1.1	<i>Denominazioni utilizzate ed abbreviazioni .....</i>	<i>5</i>
1.2	TIPO DI APPALTO.....	6
<b>2</b>	<b>INFORMAZIONI GENERALI – ONERI SPECIFICI DI APPALTO.....</b>	<b>8</b>
2.2	CRITERI DI MISURAZIONE E CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI .....	8
2.3	LIVELLO DI QUALITÀ, ACCETTAZIONE ED APPROVAZIONE DEI MATERIALI – MARCHE DI RIFERIMENTO .....	11
2.4	ONERI SPECIFICI DI APPALTO .....	13
2.4.1	<i>Programma esecutivo delle opere.....</i>	<i>13</i>
2.4.2	<i>Verifica del progetto originale.....</i>	<i>14</i>
2.4.3	<i>Obblighi ed oneri specifici a carico dell'Appaltatore inerenti alle strutture.....</i>	<i>14</i>
2.4.4	<i>Obblighi ed oneri specifici a carico dell'Appaltatore inerenti agli impianti .....</i>	<i>15</i>
2.4.5	<i>Opere di assistenza muraria e interventi edili di supporto agli impianti .....</i>	<i>18</i>
2.4.6	<i>Disegni di cantiere e di montaggio .....</i>	<i>20</i>
2.4.7	<i>Scelta ed approvazione dei materiali .....</i>	<i>23</i>
2.4.8	<i>Buone regole dell'arte.....</i>	<i>25</i>
2.4.9	<i>Adempimenti e documentazione per autorizzazioni .....</i>	<i>25</i>
2.4.10	<i>Documentazione finale .....</i>	<i>26</i>
2.4.11	<i>Piano di manutenzione .....</i>	<i>30</i>
2.4.12	<i>Verifiche e prove da prevedere .....</i>	<i>31</i>
2.4.13	<i>Modalità di esecuzione delle verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio.....</i>	<i>36</i>
2.4.14	<i>Verifiche e prove definitive. Certificato di Collaudo.....</i>	<i>43</i>
2.4.15	<i>Presa in consegna delle opere da parte della Committente .....</i>	<i>44</i>
2.4.16	<i>Garanzie .....</i>	<i>44</i>
2.4.17	<i>Addestramento del personale della Committente.....</i>	<i>45</i>
<b>3</b>	<b>OPERE DA REALIZZARE .....</b>	<b>45</b>
3.1.1	<i>Impianti elettrici.....</i>	<i>45</i>
3.1.2	<i>Impianti fluidomeccanici.....</i>	<i>49</i>
3.1.3	<i>Modifica linea di alimentazione acqua calda alle UTA in copertura .....</i>	<i>49</i>
3.1.4	<i>Impianto di produzione del ghiaccio a servizio delle nuove piste da Curling .....</i>	<i>50</i>
3.1.5	<i>Impianto di climatizzazione al servizio delle nuove piste da Curling .....</i>	<i>51</i>
3.1.6	<i>Opere edili.....</i>	<i>53</i>
3.1.7	<i>Opere Strutturali .....</i>	<i>59</i>
<b>4</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI IMPIANTISTICI ELETTRICI.....</b>	<b>61</b>
4.1	QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE .....	61
4.1.1	<i>Caratteristiche tecniche generali.....</i>	<i>61</i>
4.1.2	<i>Modalità di posa in opera.....</i>	<i>75</i>
4.1.3	<i>Prove, controlli e certificazioni.....</i>	<i>76</i>
4.2	CAVI.....	79
4.2.1	<i>Caratteristiche tecniche generali.....</i>	<i>79</i>
4.2.2	<i>Modalità di posa in opera .....</i>	<i>80</i>

4.2.3	Prove, controlli e certificazioni.....	83
4.3	PASSERELLE E CANALI PORTACAVI.....	84
4.3.1	Caratteristiche tecniche generali.....	84
4.3.2	Modalità di posa in opera.....	85
4.3.3	Prove, controlli e certificazioni.....	87
4.4	TUBI PROTETTIVI.....	88
4.4.1	Caratteristiche tecniche generali.....	88
4.4.2	Modalità di posa in opera.....	88
4.4.3	Prove, controlli e certificazioni.....	91
4.5	CASSETTE, CONTENITORI.....	92
4.5.1	Caratteristiche tecniche generali.....	92
4.5.2	Prove, controlli e certificazioni.....	94
4.6	APPARECCHI PER IL MONITORAGGIO DEI CONSUMI ELETTRICI.....	95
4.7	APPARECCHI ILLUMINANTI A LED PISTA 1.....	98
4.8	APPARECCHI ILLUMINANTI DI SCENA PISTA 1.....	98
4.9	APPARECCHI ILLUMINANTI DI SCENA PISTA 2.....	101
4.10	APPARECCHIATURE DMX.....	103
4.11	TRUSS E MOTORI.....	105
4.12	APPARECCHIATURE AUDIO PISTA 1.....	106
4.13	FISSAGGI IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	116
4.14	SUPERVISIONE PER PISTE CURLING.....	116
4.15	CAVI SCALDANTI.....	117
<b>5</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI IMPIANTISTICI MECCANICI.....</b>	<b>118</b>
5.1	TUBAZIONI.....	118
5.1.1	Caratteristiche tecniche generali.....	118
5.1.2	Modalità di posa in opera.....	120
5.1.3	Prove, controlli e certificazioni.....	128
5.2	VALVOLAME E COMPONENTI DI LINEA.....	129
5.2.1	Caratteristiche tecniche generali.....	129
5.2.2	Modalità di posa in opera.....	130
5.2.3	Prove, controlli e certificazioni.....	132
5.2.4	Caratteristiche tecniche specifiche.....	132
5.3	ISOLAMENTI TERMICI E RELATIVE FINITURE.....	133
5.3.1	Caratteristiche tecniche generali.....	133
5.3.2	Modalità di posa in opera.....	139
5.3.3	Prove, controlli e certificazioni.....	142
5.4	COMPRESSORI.....	143
5.4.1	Caratteristiche tecniche generali.....	143
5.4.2	Caratteristiche tecniche specifiche.....	144
5.4.3	Modalità di posa in opera.....	144
5.4.4	Prove, controlli e certificazioni.....	145
5.5	UNITÀ TECNOLOGICHE A SERVIZIO DELLE PISTE DA CURLING.....	146
5.5.1	Resistenze di riscaldamento sotto-piste.....	146
5.5.2	Gruppo refrigeratore per produzione ghiaccio piste curling.....	146
5.5.3	Linee di distribuzione soluzione glicolata alle piste.....	150

5.5.4	CTA climatizzazione locale piste .....	151
5.5.5	Gruppo frigo per la climatizzazione del locale curling .....	161
5.6	LIMITAZIONE DEI FENOMENI DI VIBRAZIONI E DELLA RUMOROSITÀ PROVOCATA DAGLI IMPIANTI .....	165
5.6.1	Specifiche tecniche generali .....	165
<b>6</b>	<b>PARTE EDILE .....</b>	<b>167</b>
6.1.1	Generalità .....	167
6.1.2	Modo di esecuzione di ogni categoria di lavoro .....	182
6.1.3	Disposizioni finali .....	191
6.2	SPECIFICITÀ DELLE OPERE EDILI DA REALIZZARSI .....	192
6.2.1	Opere Pista 1 .....	192
6.2.2	Opere Pista 2 .....	205
6.2.3	Opere aree esterne .....	223
6.2.4	Nuove piste curling .....	225
<b>7</b>	<b>OPERE STRUTTURALI .....</b>	<b>254</b>
7.1	PREMESSA .....	255
7.1.1	Materiali utilizzati .....	255
7.1.2	Analisi dei carichi .....	256
7.2	ACCETTAZIONE DEI MATERIALI .....	258
7.2.1	Accettazione .....	258
7.2.2	Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali .....	258
7.2.3	Impiego di materiali o componenti di minor pregio .....	258
7.2.4	Norme di riferimento e marcatura ce .....	258
7.2.5	Materiale CFRP .....	259
7.3	MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE .....	263
7.3.1	Strutture in carpenteria metallica .....	263
7.3.2	Materiale composito a matrice polimerica in CFRP .....	272
7.3.3	Calcestruzzo armato .....	279
7.4	MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE STRUTTURALI .....	331
7.4.1	Rinforzo strutture esistenti con materiali compositi FRP .....	332
7.4.2	Strutture di ancoraggio per carichi sospesi .....	339
7.4.3	Struttura di ancoraggio Linee Vita .....	339
7.4.4	Appoggi Impianti tecnologici in copertura .....	341
7.5	ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI .....	341
7.5.1	Strutture in acciaio .....	341
7.5.2	Materiale composito a matrice polimerica in CFRP .....	343
7.5.3	Calcestruzzo armato .....	344
<b>8</b>	<b>LEGISLAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>362</b>
8.1	GENERALITÀ .....	362
8.2	CORPO LEGISLATIVO .....	362
8.2.1	Leggi per l'ambiente .....	362
8.2.2	Leggi per il contenimento e il risparmio dell'energia .....	362
8.2.3	Leggi sulla sicurezza degli impianti, cantieri e luoghi di lavoro .....	364
8.2.4	Leggi per l'acustica .....	365

8.2.5	<i>Principali leggi e decreti di prevenzione incendi.....</i>	365
8.2.6	<i>Principale normativa Opere strutturali.....</i>	366
8.2.7	<i>Corpo normativo Opere Edili – Generalità .....</i>	369
8.2.8	<i>Norme tecniche di costruzione.....</i>	369
8.2.9	<i>Corpo normativo.....</i>	369

## 1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

### 1.1 Oggetto delle opere

La presente relazione descrive la consistenza delle opere da realizzarsi presso il Palazzo del Ghiaccio di Corso Tazzoli a Torino per implementare alcuni impianti, meglio descritti nel seguito e integrati dagli altri documenti progettuali.

#### 1.1.1 Denominazioni utilizzate ed abbreviazioni

I termini “Ente Appaltante” (EA) e “Committente” sono sinonimi e indicano la COMMITTENTE dell’Opera.

Il termine “Appaltatore” è da intendere anche quale sinonimo di “Consorzio di Imprese”, “Associazione temporanea di Imprese (ATI)”, “Ditta”, “Esecutore” e indica il soggetto APPALTATORE dell’opera.

Per una più rapida lettura degli elaborati progettuali vengono adottate le seguenti denominazioni convenzionali abbreviate (in ordine alfabetico):

AD	Azienda distributrice (di energia elettrica, e/o di gas, e/o di acqua, e/o altro)
CCIAA	Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
CSA	Capitolato Speciale di Appalto
NES	Norme di Esecuzione
DL	Direzione dei Lavori, generale o specifica
EN	<i>European Norm</i>
IMQ	Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
ISO	<i>International Standard Organization</i>
PU	Prezzo Unitario
EPU	Allegato 1 al Capitolato speciale d'appalto e norme tecniche d'esecuzione
EA/SA	Ente O Stazione Appaltante / Committente (nella fattispecie LAVAZZA)
SIL	Sistema Italiano Laboratori di prova
SIT	Sistema Italiano di Taratura
UNEL	Unificazione Elettrotecnica Italiana
UNI	Ente Nazionale Italiano di Unificazione
VVF	Vigili del Fuoco
	(termomeccaniche)
CT	Centrale termica

CF	Centrale frigorifera
CI	Centrale idrica
CTA	Trattamento aria
CDZ	Condizionamento o condizionatore
QE	Quadro elettrico
UR	Umidità relativa (elettriche)
BT	Simbolo generico di “Sistema di bassa tensione in c.a.”; nel caso specifico sta per 400/230V

Direzione Lavori:	Struttura incaricata dalla Stazione Appaltante per lo svolgimento di tutte le attività in corso d'opera previste dalla normativa vigente
Appaltatore:	L'azienda con la quale la Stazione Appaltante firma il contratto
Progettista:	Tutti i vari progettisti che hanno partecipato alla stesura del progetto
Programma Lavori:	Rappresenta il programma delle varie lavorazioni elaborato in sede di progetto
Programma lavori di Costruzione:	Rappresenta lo sviluppo da parte dell'Appaltatore in fase di cantierizzazione delle opere del Programma Lavori

## 1.2 Tipo di Appalto

L'Appalto viene affidato “a corpo” ad un unico Appaltatore assuntore diretto del contratto ed unico titolare del rapporto diretto con l'EA ed i suoi organi e rappresentanti.

Il presente documento specifica e precisa gli oneri a carico dell'Appaltatore.

È però evidente che nessuna rappresentazione grafica, né alcuna descrizione dettagliata può essere tanto approfondita da:

- comprendere tutti gli innumerevoli elementi accessori che costituiscono le varie parti dell'opera;
- comprendere tutti i particolari dei lavori e le innumerevoli situazioni inerenti alla posa di tubazioni, linee, cavidotti, quali ad esempio curvature per sotto-passare e seguire l'andamento di travi ribassate o di pilastri ecc.;
- descrivere tutte le funzioni delle singole apparecchiature;

- precisare tutti i magisteri esecutivi delle varie categorie di opere

Deve essere perciò ben chiaro che oggetto dell'Appalto è la fornitura e la posa in opera di tutti i mezzi anche se non esplicitamente indicati, necessari per la realizzazione degli impianti di cui si tratta e per adempiere i fini indicati nel progetto e nelle singole parti dei vari elaborati.

La qualità dei mezzi stessi deve corrispondere a quanto di più avanzato è reso disponibile dal progresso tecnologico nel rispetto di quanto prescritto nel presente documento.

La qualità dei mezzi stessi deve corrispondere a quanto di più avanzato è reso disponibile dal progresso tecnologico nel rispetto di quanto prescritto nel presente documento.

Non costituisce motivo per richiesta di compensi aggiuntivi l'eventuale smontaggio e successiva reinstallazione di componenti di impianto, richiesti per qualsiasi titolo da parte della DL

In particolare, a mero titolo esemplificativo, restano a totale carico dell'Appaltatore:

- l'onere per la verifica di tutti i calcoli e dimensionamenti di progetto sia dal lato tecnico che economico, (valutando le quantità occorrenti e la qualità necessaria) e la assunzione della completa ed assoluta responsabilità per il buon esito ed il buon funzionamento degli impianti;
- le spese per la redazione del progetto costruttivo e di tutti i disegni *as built* di dettaglio e di montaggio;
- le spese per il controllo di qualità e relative certificazioni;
- tutti gli oneri di qualsiasi natura derivanti da eventuali difficoltà di accesso al cantiere e di trasporto dei materiali e delle forniture;
- tutte le spese per la fornitura, trasporto, imposte, nessuna eccettuata, indispensabili per dare i materiali pronti all'impiego a piè d'opera;
- tutte le spese per fornire manodopera, attrezzi e macchinari idonei all'esecuzione delle opere nel rispetto della normativa vigente in materia assicurativa, antinfortunistica e del lavoro;
- tutte le spese per effettuare le opere, prescrizioni e particolari disposizioni relative alla sicurezza previste dal piano di sicurezza;
- tutte le spese per effettuare le opere, prestazioni particolari, disposizioni relative alla sicurezza dei lavoratori;
- gli oneri derivanti da eventuali integrazioni non sostanziali di opere che, per qualsiasi causa, sirendessero necessari per la realizzazione degli impianti a perfetta regola d'arte e pienamente funzionanti, ivi inclusi gli oneri relativi a variazioni, aggiunte e modifiche delle opere conseguenti a vizi e carenze progettuali di qualsiasi tipo, dovendosi intendere che, con l'offerta formulata, l'Appaltatore assume interamente su di sé, esentandone l'EA, tutte



le responsabilità progettuali e si impegna a completare il progetto secondo le esigenze delle buone regole dell'arte, e ad eseguire le opere oggetto delle predette integrazioni senza aver diritto ad alcun compenso aggiuntivo;

- L'Appaltatore è tenuto perciò ad eseguire, compresi nei prezzi contrattuali, tutti i lavori necessari a rendere gli impianti completi di tutti i loro particolari, finiti a regola d'arte, consegnati in condizioni di perfetto funzionamento e collaudabili.

## 2 INFORMAZIONI GENERALI – ONERI SPECIFICI DI APPALTO

### 2.1.1.1 Note esplicative sui disegni

I disegni consegnati e gli altri che si renderanno necessari in fase costruttiva per la realizzazione degli impianti, devono essere perfettamente aggiornati "as built" con sigle e formati unificati, ecc. secondo le indicazioni della DL e faranno parte integrante della documentazione finale. Questo onere di carattere generale è a carico dell'Appaltatore e deve essere compreso in tutti i singoli prezzi unitari che concorrono a formare il prezzo globale. In tale onere va compresa anche la consegna finale, entro pesanti cartelle in plastica, delle copie richieste negli elaborati di Appalto (siano esse copie cartacee e supporti informatici).

## 2.2 Criteri di misurazione e contabilizzazione dei lavori

### 2.2.1.1 Generalità

I prezzi comprendono, per tutti i componenti (salvo specifiche indicazioni diverse) la fornitura e posa in opera, inclusi trasporto, collaudi, messa in servizio, spese generali ed utile d'impresa, oltre agli oneri derivanti dalla sicurezza "ordinaria", i cui costi sono già inclusi nelle voci di capitolato e sono imputabili al rispetto delle vigenti normative in materia di sicurezza nei luoghi di lavoro.

Non rientrano invece nei prezzi gli oneri relativi ai costi della sicurezza "straordinari", imputabili a particolari esigenze derivanti dalla specificità del cantiere, che - ai sensi dell'allegato XV punto 4 del D.Lgs. 81/2008 - sono stati oggetto di valutazione da parte del Coordinatore per la Sicurezza in Fase di Progettazione all'interno del Piano di Sicurezza e Coordinamento (vedi capitolo 30 del PSC) e come tali saranno corrisposti dalla committente, senza applicazione del ribasso percentuale di gara né di altri sconti

I lavori, i manufatti, i macchinari ed i componenti in genere descritti e valutati con riferimento ai prezzi unitari di contratto, si intendono pure comprensivi di tutte le minuterie, accorgimenti, accessori, finiture, ritocchi, verniciature che il buon senso interpretativo fa ritenere incluse nel prezzo, anche se non esplicitamente menzionate.

È evidente infatti che nessuna descrizione verbale o grafica, per quanto accurata e dettagliata, può

comprendere tutti gli innumerevoli elementi accessori costituenti gli impianti, descrivere tutte le funzioni delle singole apparecchiature, precisare tutti i magisteri esecutivi delle varie categorie di opere. In ogni caso degli oneri per sfridi, materiali di consumo, minuterie, finiture ecc. è tenuto conto esclusivamente nei prezzi e non nelle quantità dei materiali.

Nei prezzi devono pure intendersi sempre compresi:

- gli oneri per il fissaggio su qualsiasi tipo di struttura in acciaio, in muratura tradizionale, in calcestruzzo, ecc., di profilati ed apparecchiature in genere, tramite tappi ad espansione, chiodi a sparo, zanche, opere di saldatura, cravatte, morsetti, ecc.;
- gli oneri derivanti da staffe, mensole, tiranti, fissaggi vari, pezzi speciali, curve, guide, guarnizioni, ed accessori vari a completamento;
- collegamenti a linee o reti di ogni tipo;
- viaggi, trasporti e imballi, trasferte, scarichi per materiale e manovalanza.

A prescindere dal tipo di appalto (a corpo, a misura o misto), vengono nel seguito esposti i criteri di misurazione e valutazione dei vari componenti, validi ai fini della formulazione dei prezzi contrattuali.

Tali criteri verranno adottati anche in caso di contabilizzazione “a misura” (ove prevista) e nel caso di varianti in più o in meno introdotte in corso d’opera.

I criteri di seguito illustrati sono quelli adottati anche dal Progettista per la determinazione delle quantità per la valutazione delle opere in appalto.

Si chiama esplicitamente l’attenzione sul fatto che i prezzi relativi alle voci “tubazioni, cavidotti e passerelle” debbono intendersi riferiti alle quantità convenzionali valutate come in seguito indicato e che pertanto in detti prezzi si intendono remunerati tutti gli oneri relativi a sfridi, supporti, sostegni, rinforzi, guide, pezzi speciali non esplicitamente menzionati, ecc.

#### 2.2.1.2 Formazione dei prezzi e prezziari

I singoli prezzi unitari per lavori a corpo nell’Elenco Prezzi Unitari (EPU) si intendono remunerativi e comprensivi di tutte le apparecchiature ed i materiali principali ed accessori e costi per la sicurezza per dare i singoli componenti e le parti di impianto, i componenti e gli impianti nel loro complesso in opera, finiti, completi e perfettamente funzionanti.

Le eventuali varianti riconosciute sono valutate:

- Con prezzi del listino Regione Piemonte Dicembre 2015
- Prezzi Informativi delle Opere Edili in Milano DEI
- Con prezzi di offerta (EPU)

### 2.2.1.3 Varianti agli impianti e modifiche al progetto

#### Da parte della stazione appaltante

La Stazione appaltante si riserva la più ampia facoltà di apportare prima e durante i lavori modifiche di qualsiasi genere al progetto originale, che possano implicare la fornitura ed installazione di impianti non previsti.

All'Appaltatore spetteranno solo i corrispettivi derivanti dalle variate quantità di materiali dovuti alle modifiche, valutate con i prezzi contrattuali (o secondo i criteri descritti nel "Contratto di Appalto e Capitolato Speciale di Appalto"), senza alcun diritto ad altri compensi ed indennizzi supplementari di qualsiasi natura e specie.

Le modifiche possono riguardare la completa eliminazione di alcune voci dall'EPU o l'acquisto in proprio di determinati materiali e apparecchiature e di farli porre in opera dall'Appaltatore o da altra Ditta.

L'unico aggravio per l'EA è l'onere di installazione definito a parte.

Ogni qualvolta l'Appaltatore ritenga gli siano ordinati lavori non previsti e che comunque comportino un onere aggiuntivo, sia diretto che indiretto (lavori di varianti per altre Ditte), deve farlo tempestivamente notare con comunicazione scritta alla DL e potrà procedere alla esecuzione di dette opere soltanto quando in possesso di autorizzazione sempre scritta dalla stessa DL, pena il non riconoscimento o l'onere di demolizione delle opere stesse.

Tutte le modifiche vanno valutate in base a quanto prescritto precedentemente.

Eventuali modifiche al progetto che richiedano elaborazione di nuovi calcoli e nuove tavole grafiche sono a completo carico dell'Appaltatore, ed i relativi oneri si intendono compresi in tutti i prezzi unitari dell'offerta.

La DL in questi casi fornisce i nuovi dati di input, sulla base dei quali l'Appaltatore deve elaborare i calcoli, e le tavole grafiche architettoniche aggiornate nelle scale più opportune.

#### Da parte dell'Appaltatore

L'Appaltatore non dovrà apportare di propria iniziativa alcuna modifica rispetto al progetto se non dettata da inconfutabili esigenze tecniche e/o di cantiere e comunque sempre previa approvazione della DL.

L'Appaltatore è tenuto a verificare il progetto nei suoi calcoli, dimensionamenti e ingombri, già nella fase di gara prima dell'assegnazione dei lavori.

La DL discuterà con l'Appaltatore le eventuali osservazioni portate avanti da questi e deciderà in piena autonomia quali di esse possano essere prese in considerazione.

In ogni caso l'Appaltatore si assume la responsabilità della perfetta esecuzione e funzionamento

finale delle opere e quindi anche del progetto e dei calcoli relativi.

Qualora si verificassero discordanze tra i calcoli ed i dimensionamenti effettuati dall'Appaltatore e le caratteristiche tecnico-dimensionali di macchine e apparecchiature di progetto, i nuovi dati dimensionali necessari per i fini richiesti dal progetto devono essere stabiliti in contraddittorio con la DL.

Resta espressamente inteso che l'approvazione del progetto di dettaglio da parte della DL, comprese le eventuali modifiche in corso d'opera richieste dalla DL e concordate con l'Appaltatore, non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle responsabilità di qualsiasi genere, fino al termine del periodo di garanzia, per qualunque inconveniente che si verificasse nelle opere stesse e/o per loro causa nelle strutture e negli arredamenti dell'edificio.

Eventuali modifiche che l'Appaltatore intendesse apportare al progetto in fase esecutiva di cantiere, devono tassativamente essere richieste per iscritto ed autorizzate sempre per iscritto dalla DL e/o EA con il fine che siano sempre rispettati i criteri dimensionali del progetto originale a lavori ultimati.

Non si considerano modifiche e quindi non danno luogo ad alcun compenso aggiuntivo, purché ordinati prima della loro realizzazione, eventuali spostamenti, nell'ambito di singole fasi o lotti di apparecchiature, tubazioni, canali, cavi, ecc.

Qualora l'Appaltatore esegua delle modifiche senza la prescritta approvazione, è facoltà della DL / EA ordinare la demolizione e il rifacimento secondo progetto e ciò a completa cura e spese dell'Appaltatore stesso.

Inoltre l'Appaltatore assume di eseguire i lavori di sua competenza parallelamente ad eventuali altri lavori in corso, per quanto riguarda le fasi di avanzamento e di lavorazione, nel rispetto di tutte le esigenze, soggezioni e vincoli che possono verificarsi in cantiere, dovuti alla contemporanea esecuzione di altre opere, anche eventualmente affidate ad altre Imprese, in modo da non creare ritardi o intralci all'armonico andamento dei lavori.

## **2.3 Livello di qualità, accettazione ed approvazione dei materiali – Marche di riferimento**

### **2.3.1.1 Generalità**

Con un congruo anticipo sull'esecuzione delle singole lavorazioni l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della DL la scelta delle marche e dei modelli delle apparecchiature, nonché dei componenti da impiegare. I risultati delle scelte verranno regolarmente verbalizzati e saranno vincolanti per l'Appaltatore.

L'Appaltatore, su richiesta della DL, dovrà fornire i cataloghi e le specifiche tecniche delle

apparecchiature da installare, dalle quali risultino chiaramente tutte le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali delle stesse, che dovranno corrispondere esattamente a quanto richiesto.

I materiali, la posa in opera e in generale tutti gli impianti dovranno uniformarsi alle prescrizioni derivanti dal presente NES e dall'insieme degli elaborati progettuali, ferma restando l'osservanza delle norme di legge, del CEI, dell'UNI e delle tabelle UNEL o normative europee equivalenti.

Tutti i componenti per i quali sia obbligatoria in Europa la marcatura CE dovranno esserne provvisti.

Laddove siano utilizzati componenti per i quali è prevista l'omologazione tramite Marchi di conformità alle Normative italiane od europee questi ne devono essere provvisti. I Marchi riconosciuti in ambito CEE saranno considerati equivalenti.

La DL potrà autorizzare la fornitura e l'installazione di componenti offerti dall'Appaltatore privi di Marchi di qualità riconosciuti, purché costruiti a regola d'arte, dotati di certificati o attestati che la DL ritenga, a suo giudizio insindacabile, equipollenti alla dotazione di un Marchio, ovvero previo risultato positivo di prove e verifiche prescritte dalla DL ed carico dell'Appaltatore presso laboratori universitari o appartenenti al sistema SIL.

Tutti i materiali ed i componenti dopo il loro arrivo in cantiere o comunque prima della relativa contabilizzazione dovranno essere approvati dalla DL/SA, che ne verificherà la rispondenza alle marche ed i modelli prescelti, nonché alle prescrizioni contrattuali. Anche i sistemi di ancoraggio, sospensione ed il mensolame per il sostegno delle varie linee, canalizzazioni e tubazioni dovranno essere sottoposti all'approvazione della DL/EA.

Non verranno in alcun caso contabilizzati materiali che non abbiano ottenuto le suddette preventive approvazioni.

Resta ben inteso che l'approvazione da parte della DL nulla toglie alla responsabilità dell'Appaltatore sull'esecuzione dei lavori, sulla rispondenza delle opere eseguite alle pattuizioni contrattuali, e sul buon funzionamento degli impianti.

Inoltre la DL si riserva la facoltà di rifiutare quei materiali o componenti o macchinari che, anche se già posti in opera, non abbiano ricevuto la previa approvazione di cui sopra, o per i quali, pur se già approvati ed anche eventualmente posti in opera, si verificasse che non rispondono appieno alle pattuizioni contrattuali o infine che siano comunque dalla DL ritenuti per qualità, lavorazione o altro, non adatti alla perfetta riuscita del lavoro (e quindi non accettabili).

In questo caso la DL potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinarne la sostituzione con altri rispondenti appieno, con tutte le spese di sostituzione a carico dell'Appaltatore (compresi anche smontaggio e rimontaggio), oppure operare all'Appaltatore una congrua riduzione di prezzo. In

caso di ordine di sostituzione, qualora l'Appaltatore non vi provveda entro il termine di tempo imposto, la DL potrà far provvedere per proprio conto alla sostituzione, attraverso altra Ditta, addebitando tutti i relativi costi all'Appaltatore.

Se per difetti delle forniture e per le riparazioni, sostituzioni di parti già in opera o per ritardi nella consegna o per altre cause imputabili all'Appaltatore fossero danneggiate o fosse necessario manomettere altre opere, le spese necessarie al ripristino di tutte le opere manomesse sono a carico dell'Appaltatore stesso.

E' riportato nel seguito un elenco di marche-modelli per i principali componenti degli impianti: per ciascun componente sono in genere indicate più marche-modelli: questi, salvo specifiche indicazioni diverse, non sono tassativamente vincolanti per l'Appaltatore, ma costituiscono una esemplificazione di ciò che la EA richiede, ovvero dello standard di qualità di riferimento, al di sotto del quale la EA non intende scendere.

L'Appaltatore potrà (o dovrà se richiesto dai documenti di gara) indicare le marche che intende scegliere già in sede di offerta. Marche e tipi definitivi saranno comunque definiti in sede di contratto.

L'Appaltatore è libero di scegliere nell'ambito delle marche elencate, in quanto esse saranno comunque accettate dalla DL, previa approvazione degli specifici articoli appartenenti alla marca prescelta; qualora siano previste apparecchiature e materiali dei quali non sono indicate marche di riferimento, l'Appaltatore dovrà comunque proporre alla DL almeno due marche alternative che saranno soggette ad approvazione.

## **2.4 Oneri specifici di appalto**

### **2.4.1 Programma esecutivo delle opere**

L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare, prima dell'inizio dei lavori, un programma costruttivo.

Il programma dovrà essere unitario, cioè comprendere, opportunamente integrate, tutte le categorie/tipologie di opere facenti parte dell'appalto (ovvero tutti i gruppi di lavorazioni complessive ritenute omogenee).

Ogni categoria/tipologia di opere (ovvero ogni gruppo di lavorazioni omogenee) sarà a sua volta disaggregata nelle sue componenti o lavorazioni principali.

Nel programma dovranno pertanto essere riportate, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento.

#### **2.4.2 Verifica del progetto originale**

L'Appaltatore è tenuto a verificare il progetto nei suoi calcoli, dimensionamenti e ingombri.

La DL discuterà con l'Appaltatore le eventuali osservazioni e deciderà in piena autonomia quali di esse possano essere prese in considerazione.

In ogni caso l'Appaltatore si assume la responsabilità della perfetta esecuzione e funzionamento finale delle opere e quindi anche del progetto e dei calcoli relativi.

Qualora si verificassero discordanze tra i calcoli ed i dimensionamenti effettuati dall'Appaltatore e le caratteristiche tecnico-dimensionali di macchine e apparecchiature di progetto, i nuovi dati dimensionali necessari per i fini richiesti dal progetto devono essere stabiliti in contraddittorio con la DL

Resta espressamente inteso che l'approvazione del progetto di dettaglio da parte della DL, comprese le eventuali modifiche in corso d'opera richieste dalla DL e concordate con l'Appaltatore, non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle responsabilità di qualsiasi genere, fino al termine del periodo di garanzia, per qualunque inconveniente che si verificasse nelle opere stesse e/o per loro causa nelle strutture e negli arredamenti dell'edificio.

#### **2.4.3 Obblighi ed oneri specifici a carico dell'Appaltatore inerenti alle strutture**

Oltre a quanto già specificato nel presente paragrafo, si intendono a carico esclusivo dell'**Appaltatore**:

- Individuazione impianti attivi ed interferenti;
- Eventuali smontaggi e successivi ripristini necessari per l'esecuzione delle lavorazioni strutturali;
- Ripristino sottofondi ed impermeabilizzazioni in seguito ai nuovi interventi in copertura (installazione linee di vita, installazione impianto fotovoltaico, installazione strutture di appoggio impianti tecnologici, installazione opere provvisionali/provvisorie);
- Redazione progetto costruttivo da sottoporre alla DL per approvazione dei seguenti interventi:
  - Linea vita (comprensivo di dettagli prodotti, schede tecniche, etc..).
  - Sottostruttura Fotovoltaico
  - Staffaggi apparecchiature appese
  - Strutture di appoggio/fissaggio impianti tecnologici in copertura
- Sottoposizione alla DL Schede tecniche dei materiali utilizzati per il rinforzo FRP delle strutture in c.a. per successiva approvazione;
- Esecuzione tutti i rilievi in sito e valutazioni in genere necessarie per meglio definire l'entità dei



lavori. (Nota: è fatto obbligo all'impresa di verificare in loco lo stato di fatto ed eseguire il rilievo puntuale in particolare; nulla sarà dovuto per le eventuali errate deduzioni desunte da errori contenuti sugli elaborati progettuali o senza aver verificato lo stato di fatto degli impianti in essere);

- Redazione elaborati As-built edili e rilascio degli elaborati in f.to sia cartaceo sia digitale;
- Al termine dei lavori di installazione della linea vita, dovrà essere predisposto a cura dell'installatore il documento **ETC** secondo d.g.r. 23.05.016 n°6/r ovvero certificato di corretta posa, piano di manutenzione e libretto d'uso.
- Eventuale ripristino come esistente delle parti strutturali e non delle parti danneggiate durante le lavorazioni;
- Trasporto a discarica e smaltimento di tutti i materiali di risulta e rifiuti
- Esecuzione di prova di carico su staffaggi corpi sospesi, linee vita e solaio oggetto di nuova installazione delle pista di allenamento curling come meglio specificato nel capitolo **OPERE STRUTTURALI**.

#### **2.4.4 Obblighi ed oneri specifici a carico dell'Appaltatore inerenti agli impianti**

##### **2.4.4.1 Adempimenti in corso d'opera**

Si intendono:

- la consegna a piè d'opera di tutti i materiali, componenti e macchinari ivi compresa ogni spesa di imballaggio, trasporto e scarico da qualsiasi mezzo di trasporto;
- l'immagazzinaggio e la custodia di tutti i materiali e macchinari nei luoghi di deposito allo scopo allestiti dall'Appaltatore oppure in quelli che la EA ritenesse di rendere a sua discrezione disponibili; il loro spostamento da un luogo di immagazzinaggio ad un altro, qualora ciò fosse necessario per esigenze di cantiere della SA; l'eventuale allestimento (se necessario per mancata disponibilità di luoghi di deposito o per altri motivi) di opere provvisorie per l'immagazzinaggio dei materiali stessi. La SA, infatti, non assumerà alcuna responsabilità per furti o danni ad apparecchi o materiali immagazzinati o posti in opera e rifiuterà categoricamente qualsiasi materiale e/o componente che non risulti fornito o posto in opera a perfetta regola d'arte e perfettamente integro;
- lo spostamento (con tutti i mezzi all'uopo occorrenti) di tutti i materiali dai luoghi di deposito o di scarico fino ai luoghi di posa in opera, ivi compreso il tiro (con mezzi meccanici di sollevamento come gru o simili) in alto o in basso verso il luogo di posa in opera. Sono quindi compresi tutti i mezzi meccanici e la manodopera per lo scarico da



qualsiasi mezzo di trasporto e per la movimentazione sia in orizzontale che in verticale;

- l'approntamento e la conservazione o lo smantellamento, secondo necessità, di campionature di materiali e/o di lavorazioni che la DL in qualsiasi momento richiedesse: tale approntamento dovrà avvenire con la dovuta tempestività e senza alcun onere per la SA;
- la responsabilità della conservazione in perfetta efficienza e pulizia per tutti i materiali e componenti approvvigionati a piè d'opera e/o in opera fino alla consegna parziale o totale, anticipata o finale degli impianti alla SA: a tale scopo i vari macchinari e/o componenti verranno protetti con teli di nylon durante il loro immagazzinaggio, o durante la loro giacenza in cantiere, teli che verranno tolti solo durante le lavorazioni ad essi macchinari (o componenti) afferenti; parimenti verranno usate chiusure in nylon (da togliere solo in occasione delle relative lavorazioni, delle prove e dei collaudi) su tutte le aperture di macchine, condutture, componenti, quadri elettrici, ecc., attraverso le quali possa infiltrarsi polvere o sporcizia di cantiere. Tali protezioni verranno tolte alla consegna degli impianti alla SA;
- lo smaltimento periodico alla pubblica discarica di tutti i residui di cantiere, i materiali di risulta, ecc.;
- la pulizia quotidiana del cantiere; lo sgombero totale finale e pulizia del cantiere e di tutti i lavori eseguiti ed i materiali installati;
- lo smaltimento anche di eventuali rifiuti pericolosi, tossici ed eventualmente speciali, che si ottenessero come risulta dei lavori di appalto: tale smaltimento dovrà essere eseguito a cura e spese dell'Appaltatore, ricorrendo, ove necessario, a Ditte specializzate nel settore;
- il montaggio del macchinario, degli apparecchi, delle tubazioni, canalizzazioni, quadri elettrici, terminali e relativi accessori e di tutto ciò che è inerente agli impianti per la posa in opera delle varie parti, ivi compresa la manovalanza in aiuto, sia per il montaggio che per il posizionamento delle macchine, le impalcature ed i ponteggi, l'energia elettrica e tutti i materiali di consumo necessari;
- il provvisorio montaggio, smontaggio e rimontaggio di alcuni componenti, se questo fosse necessario per la finitura di alcune opere affidate allo stesso Appaltatore o ad altre Ditte;
- tutte le spese (personale specializzato e non, strumenti, mezzi d'opera, ecc.) per le verifiche e prove preliminari sugli impianti da eseguirsi in corso d'opera, inclusi eventuali allacciamenti o forniture provvisori di energia/fluidi (qualora quelli di cantiere

fossero inadeguati) comprese tutte le relative pratiche ed inclusi anche tutti i consumi di energia;

- tutte le spese (personale specializzato e non, strumenti, mezzi d'opera, ecc.) per le verifiche e prove definitive degli impianti, ivi inclusi eventuali allacciamenti o forniture provvisori di energia/fluidi (qualora quelli di cantiere fossero inadeguati) comprese tutte le relative pratiche; sono esclusi solo i consumi di energia per le prove di collaudo richieste dal Collaudatore, ove previsto;
- la fornitura e posa in opera, secondo le prescrizioni della DL, di targhette di identificazione, cartelli di istruzione e segnalazione, relativi ai lavori eseguiti;
- la presentazione alla DL di tutte le notizie relative all'avanzamento dei lavori in relazione al programma e all'impiego della manodopera;
- la sostituzione ovvero la riparazione di materiali e/o opere fornite dall'Appaltatore o da altre Imprese che, per ogni causa o per negligenza attribuibile all'Appaltatore stesso, fossero state danneggiate;
- il permesso di accedere nei locali in cui si esegue l'impianto agli operai di altre Ditte che vi debbano eseguire lavori affidati alle medesime e la relativa sorveglianza, per evitare danni o manomissioni ai propri materiali ed alle opere proprie, tenendo sollevata la EA da qualunque responsabilità in merito;
- il provvedere affinché, in occasione delle visite di Collaudo ufficiale, gli impianti siano perfettamente funzionanti; ciò sarà ottenuto mediante delle visite di controllo agli impianti nei giorni immediatamente precedenti le visite di collaudo;
- la messa a disposizione della DL/SA, su richiesta, di strumenti di misura, utensili, dati, disegni ed informazioni necessarie per motivi inerenti ai lavori o per operazioni inerenti sia le verifiche e prove preliminari che definitive; gli strumenti di misura dovranno essere completi di certificato di taratura che attesti l'idoneità con validità massima, se non diversamente specificato, di un anno;
- gli oneri della "sicurezza corrente" (uso del casco, scarpe opportune ed altri dispositivi "usuali").

#### 2.4.4.2 Adempimenti finali

Si intendono:

- lo sgombero completo finale del cantiere, provvedendo alla pulizia degli impianti nonché dei locali e al loro ripristino a lavori ultimati, nel termine che sarà fissato;
- lo sgombero, subito dopo l'ultimazione dei lavori, del locale eventualmente assegnato

dalla EA, in quanto disponibile ed a discrezione della stessa, e del quale l'Appaltatore si sia servito durante l'esecuzione dei lavori per cantiere di deposito dei propri materiali ed attrezzi;

- la fornitura di tutta la documentazione finale sui lavori eseguiti, come indicato negli appositi articoli successivi;
- l'assistenza alla messa in funzione degli impianti, con tutte le prestazioni di manodopera necessarie, mettendo a disposizione della EA il personale dell'Appaltatore (tecnici ed operai) per tutto il tempo necessario per l'istruzione e l'assistenza al personale della EA stessa, come illustrato anche nel seguito.

## **2.4.5 Opere di assistenza muraria e interventi edili di supporto agli impianti**

### **2.4.5.1 Generalità**

Come "opere di assistenza muraria e interventi edili di supporto agli impianti" si intende tutta una serie di interventi, prestazioni e realizzazioni di lavori che sono collegati alla esecuzione degli impianti per la loro esecuzione.

Esse sono così suddivise:

- opere per sostegni e staffaggi vari (sempre ed in ogni caso a carico dell'Appaltatore degli impianti);
- opere murarie di assistenza;
- opere edili di supporto agli impianti.

Si fa presente che, trattandosi di un progetto esecutivo, il fabbricato in progetto è stato studiato con la ragionevole predisposizione di fori e cavedi per il passaggio delle reti, conformemente ai disegni di progetto allegati.

### **2.4.5.2 Opere per sostegni e staffaggi vari**

Queste opere sono sempre a carico dell'Appaltatore degli impianti e consistono sostanzialmente in:

- fissaggio di mensole e staffe a pareti o solai in CLS, compresi tasselli, pezzi speciali, profilati in acciaio aggiuntivi, ecc.
- fissaggio di apparecchiature e attrezzature varie a pareti e/o solai in CLS
- fissaggio di apparecchiature e attrezzature varie a pareti in cartongesso e/o in laterizio
- staffaggi per tubazioni, canalizzazioni, organi di intercettazione e similari nelle centrali e nei cavedi e nei cunicoli tecnici, comprendendo l'esecuzione di eventuali strutture metalliche di supporto fissate alle pareti, a pavimento o ai solai. Sono compresi

elementi di ancoraggio, pezzi speciali, profilati in acciaio aggiuntivi, ecc.

- staffaggi per le sospensioni degli organi terminali, di macchinari e dei vari componenti
- ponteggi e trabattelli fino a sei metri da terra del piano di calpestio.

Si precisa che le sospensioni devono risultare indipendenti dalla struttura portante del controsoffitto e non devono andare in appoggio su di esso. Le quotazioni di queste opere sono quindi sempre ed in ogni caso comprese nei prezzi contrattuali degli impianti.

#### 2.4.5.3 Opere murarie di assistenza

Sono comprese in questa categoria le ulteriori opere inerenti alla posa di reti e di apparecchiature ovunque nel fabbricato, necessarie per consentire l'installazione degli impianti ed a carico dell'Appaltatore degli impianti.

In particolare si comprendono:

- fori di qualunque forma e dimensione ( $\leq \varnothing 150$  mm oltre a quelli già previsti nel progetto architettonico e strutturale) nei solai o pareti di qualunque tipo e loro chiusura (nel calcestruzzo, tradizionale o cartongesso). Sono fori da realizzare con trapano, carotatrice o altro mezzo, comprendendo anche le forniture accessorie per tali macchine e la pulizia dell'area dopo l'intervento (per i fori su nucleo in calcestruzzo strutturali deve comunque essere effettuato un coordinamento con la D.L. strutturale);
- in sostituzione dei fori, apposite cravatte, morsetti, mensole e simili per il transito delle reti attraverso strutture in acciaio;
- segnature con spray di tracce su pareti;
- tracce su pareti e simili in laterizio, blocchi, cartongesso, ecc. e relativa chiusura da realizzare con personale e mezzi idonei;
- opere di protezione di reti posate a pavimento, mediante l'utilizzo di strutture rigide resistenti al passaggio di persone e/o mezzi;
- smontaggio e rimontaggio di controsoffitti e/o pavimenti galleggianti per interventi impiantistici e per le opere di finitura, di collaudi, ecc.;
- saldature per fissaggi vari;
- fori nelle pareti di qualunque tipo per scatole/cassette da incasso di qualunque forma e dimensione;
- fori nei controsoffitti, nei pavimenti galleggianti e pannellature in genere per alloggiare organi terminali degli impianti;
- opere di protezione provvisoria e/o temporanea di reti, cassette e simili posate a parete o pavimento, mediante l'utilizzo di malta cementizia o equivalente e/o di strutture rigide

resistenti al passaggio di persone e/o mezzi;

- ripristino e finitura al grezzo di tracce e fori (nel caso di diametri superiori a 50 mm con risarcimento mediante colaggio di malta neoplastica tixotropica a ritiro compensato);
- ripristino e finitura al grezzo di tracce e fori nel pavimento o solaio, per la posa di tubazioni, con ripristino del piano calpestabile in CLS magro e lisciatura superficiale;
- stuccature e rasature;
- riprese di tinteggiature anche a rappezzi con più mani;
- segnatura di scavi, pozzetti, ecc.;
- fissaggio di tubazioni interrate ai pozzetti con sigillatura degli imbocchi;
- predisposizioni su solai di pilette, pozzetti e simili;
- quadrotti in calcestruzzo (dimensioni indicative cm 40/80 cm), da appoggiare sulla copertura, su cui vanno fissati i supporto per tubazioni di qualsiasi tipo e canalizzazioni;
- ripristino di pavimentazioni nei vari tipi;
- ponteggi e trabattelli fino a sei metri da terra del piano di calpestio;
- scarico dei materiali in arrivo di tutti i tipi, dimensioni pesi ed ingombri e loro trasporto nel magazzino di ricovero o, se sarà possibile, nella posizione di installazione finale;
- sollevamenti, tiri in alto e posizionamento di tutte le macchine ed apparecchiature ovunque queste vadano installate;
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione di cantiere;

Per tutte le opere e prestazioni precedenti l'Appaltatore deve fornire i disegni dimensionali costruttivi prima della loro realizzazione.

Una volta realizzate tali opere l'Appaltatore deve provvedere allo sgombero dei materiali, al loro allontanamento ed alla pulizia completa della zona interessata, alla pulizia accurata, al ripristino di eventuali piccoli danni, alla rimessa in ordine delle reti a pavimento (canalizzazioni, tubazioni, cassette, ecc.), prima dell'esecuzione dei pavimenti sopraelevati, e altre opere di finitura in genere. Tali opere sono comprese nel progetto degli impianti e quindi a carico dell'Appaltatore degli impianti e comprese nei prezzi contrattuali degli impianti.

#### **2.4.6 Disegni di cantiere e di montaggio**

La documentazione tecnica del progetto illustra le caratteristiche dell'opera, le modalità esecutive, i dati dimensionali dei vari componenti e contiene i disegni necessari per la realizzazione delle opere.

E' peraltro a carico dell'Appaltatore la redazione dei disegni di cantiere e di montaggio (i cosiddetti "costruttivi"), che potranno anche essere redatti non in soluzione unica, ma per fasi, in relazione al

programma di esecuzione delle singole parti o lavorazioni impiantistiche.

In ogni caso i disegni costruttivi relativi alle singole fasi o lavorazioni dovranno essere presentati alla DL per l'approvazione con un congruo anticipo, dell'ordine di almeno 40 ÷ 50 giorni, rispetto all'inizio dell'esecuzione di dette parti o lavorazione.

Gli elaborati da presentare per l'approvazione sono:

- i disegni di cantiere (costruttivi) relativi all'installazione dei vari componenti e apparecchiature, completi di particolari di montaggio, con la posizione precisa delle varie apparecchiature, gli ingombri lordi, le posizioni e le modalità di ancoraggio alle strutture, i carichi statici e dinamici, i collegamenti elettrici ed idraulici;
- i disegni quotati di tutte le principali opere murarie necessarie e, per iscritto, i dati ed elementi che possano in qualunque modo avere attinenza con opere affidate ad altre Imprese.

I disegni costruttivi di cantiere devono essere conformi ai disegni e specifiche di progetto, nonché a tutta la documentazione contrattuale ed alle indicazioni della DL.

Dimensioni, ubicazioni, ingombri con impianti esistenti (negli stessi cavedi, piani, centrali, ecc.) e quote nei disegni costruttivi di cantiere, devono essere verificati sul posto dall'Appaltatore per controllarne le eventuali interferenze e per individuare percorsi ottimali per ciascuna rete, alla luce anche delle effettive dimensioni e caratteristiche delle apparecchiature e macchine acquistate.

Devono pertanto essere confrontati i disegni degli impianti elettrici con quelli degli impianti termomeccanici o con altri impianti coinvolti, per definire le zone interessate da ciascuna rete, i relativi spazi accessori e di montaggio.

Tale verifica deve portare all'eventuale elaborazione di ulteriori disegni di dettaglio con evidenziate queste mutue interferenze.

L'Appaltatore, con la firma del contratto, si dichiara perfettamente in grado di elaborare i disegni costruttivi di cantiere, in tutte le sue parti, senza ulteriori indicazioni ed in conformità con quanto previsto nel progetto.

Lo spirito dei disegni costruttivi è principalmente quello di illustrare nel dettaglio le modalità costruttive delle opere evidenziandone la compatibilità con le altre opere interferenti.

È a carico dell'Appaltatore la verifica della compatibilità dei propri impianti con quelli eventualmente affidati ad altre Ditte.

Gli elaborati per l'approvazione vanno consegnati alla DL in triplice copia; una viene restituita firmata ed approvata, oppure approvata con commenti (eventualmente ritenuta valida solo per coordinamento con altre opere), oppure non approvata.

La DL può inoltre comunicare che l'approvazione è sospesa, in quanto quella parte di lavori è

oggetto di revisione.

Solo nei primi due casi l'Appaltatore può procedere con i relativi lavori; deve comunque sottoporre nuovi elaborati in tutti i casi ad eccezione del caso di documento "approvato" ed è responsabile per i ritardi che ci potranno essere rispetto al Programma Lavori concordato.

Nel caso dell'approvazione con commenti l'Appaltatore deve apportare le modifiche richieste e quindi procedere nel lavoro.

È comunque stabilito che l'Appaltatore non può procedere ad alcun lavoro se non è in possesso dei relativi disegni di progetto e di cantiere approvati e firmati dalla DL. Qualora l'Appaltatore desse inizio o corso, di propria iniziativa, a lavorazioni od opere i cui disegni di cantiere/costruttivi non avessero ancora ottenuto la prescritta approvazione della DL e tali lavorazioni od opere non risultassero poi conformi ai disegni approvati, l'Appaltatore è obbligato a smantellarle totalmente, a propria cura e spese, rieseguendole quindi in modo conforme.

Si precisa che tutte le approvazioni non corresponsabilizzano minimamente la DL sul buon funzionamento degli impianti e sulla rispondenza degli stessi in termini di collaudo in corso d'opera e finale, la cui responsabilità resta completamente a carico dell'Appaltatore.

Inoltre l'approvazione da parte della DL di tali disegni, schemi e dettagli non esonera l'Appaltatore dalla sua responsabilità per qualsiasi errore dei propri elaborati e per deviazioni dalle Norme vigenti e/o dalla Documentazione di Appalto (D.A.), a meno che l'Appaltatore abbia informato per iscritto la DL di tali deviazioni e ne abbia ricevuto per iscritto la necessaria approvazione.

L'Appaltatore deve ripresentare i disegni a cui siano state apportate o richieste correzioni, senza per questo acquisire alcun diritto a compensi supplementari, sino al conseguimento dell'approvazione definitiva; questa in ogni caso non solleva l'Appaltatore dalla responsabilità per la perfetta esecuzione delle opere, essendo tale approvazione data sostanzialmente alla loro impostazione concettuale ma non al dimensionamento delle apparecchiature ed a tutti i dettagli costruttivi.

In particolare i disegni dovranno comprendere almeno:

- piante e sezioni delle centrali tecniche in scala 1:50 con dettagli 1:20, 1:10;
- piante generali con la disposizione delle apparecchiature relative ai vari impianti: canalizzazioni, tubazioni, unità e centrali di trattamento aria, apparecchi terminali, ecc. (scala 1:100 e 1:50);
- percorsi cavidotti e tubazioni con sezioni tipo e particolari di ancoraggio e sospensione (scala 1:20);
- particolari tipo dell'esecuzione degli impianti (scala 1:10 o 1:20);
- disposizione delle apparecchiature nei locali tecnici e prospetti dei quadri (scala 1:10 o

1:20);

- particolari di realizzazione opere di carpenteria come staffe, basamenti metallici, ecc. (scala 1:5 o 1:10).

I disegni costruttivi di cantiere e di montaggio dell'Appaltatore devono contenere anche le opere murarie necessarie quali ad esempio basamenti, cunicoli, ecc., con l'indicazione dei carichi statici e dinamici delle macchine, le potenze e le caratteristiche dei vari motori e/o macchine, le modalità di montaggio e di ancoraggio alle strutture.

Per una completa verifica di quantità e tipologia di materiali ed apparecchiature installate (sia l'appalto di tipo a corpo, o a misura, o altro), a semplice richiesta della DL, tutte le piante, schemi ed eventuali sezioni interessate devono contenere tabelle con l'indicazione per ogni apparecchiatura e materiale di:

- simbolo e/o sigla del componente;
- quantità degli elementi contenuti nel disegno;
- codice di identificazione del prezzo unitario di riferimento o eventuale precisazione di nuovo prezzo;
- marca;
- modello.

## **2.4.7 Scelta ed approvazione dei materiali**

### **2.4.7.1 Qualità e provenienza dei materiali**

Tutti i materiali, componenti e le loro parti, opere e manufatti, devono risultare rispondenti alle norme emanate dai vari organi, enti ed associazioni che ne abbiano titolo, in vigore al momento dell'aggiudicazione dei lavori o che vengano emanate prima dell'ultimazione dei lavori stessi.

Tutti i materiali impiegati devono rispondere alle norme UNI, CNR, CEI, di prova e di accettazione, ed alle tabelle UNEL in vigore, nonché alle altre norme e prescrizioni richiamate nelle norme tecniche.

Ogni approvazione rilasciata dalla DL non costituisce implicita autorizzazione in deroga alle norme tecniche, facenti parte degli elaborati contrattuali, a meno che tale eventualità non venga espressamente citata e motivata negli atti approvativi.

### **2.4.7.2 Marche e modelli**

Le marche proposte devono essere distribuite ed assistite in Italia da emanazioni dirette della casa madre, in modo che sia garantita il più possibile la continuità dell'assistenza.

L'Appaltatore è tenuto a compilare le apposite schede di "Sottomissione dei materiali"



(praticamente una per ogni voce di E.P.U.), fornite dalla DL o concordate con la medesima.

Ogni sottomissione deve avere la relativa approvazione scritta da parte della DL

I materiali devono essere forniti da fabbricanti aventi:

- riconosciuta reputazione per prodotti di qualità superiore, di facile messa in opera, durevoli e che richiedano minima manutenzione;
- ampie possibilità di produzione e spedizione per rispettare i programmi di realizzazione stabiliti.

Le consegne devono essere effettuate:

- in imballaggi o recipienti originali, sigillati con indicazioni di nomi, marca di fabbrica, tipo, qualità, classe e altre notizie utili;
- nelle quantità, intervalli e scadenze concordate per evitare qualsiasi ritardo nell'avanzamento dei lavori in cantiere.

L'Appaltatore deve anche presentare all'approvazione della DL i sistemi di ancoraggio, di sospensione ed il mensolame per il sostegno delle tubazioni, delle canalizzazioni e delle varie linee.

Resta inteso che la scelta di ogni materiale è vincolante per l'Appaltatore, che non può sollevare alcuna pretesa o richiesta di maggior prezzo.

#### 2.4.7.3 Materiali in cantiere

Dopo il loro arrivo in cantiere tutti i materiali, le apparecchiature ed i componenti da impiegare nell'esecuzione delle opere devono essere approvati dalla DL che ne verifica la rispondenza al verbale e alle prescrizioni contrattuali.

L'approvazione da parte della DL nulla toglie alla responsabilità dell'Appaltatore sull'esecuzione dei lavori, sulla rispondenza delle opere eseguite alle norme contrattuali e sul buon funzionamento degli impianti.

La DL ha facoltà di rifiutare quei materiali o componenti, o apparecchiature che, anche se già posti in opera, non abbiano ottenuto l'approvazione di cui sopra o non rispondano alle norme contrattuali.

La DL può pertanto a suo insindacabile giudizio ordinare la sostituzione degli impianti non conformi, restando inteso che tutte le spese per tale sostituzione sono a carico dell'Appaltatore.

Si rimanda all'apposito paragrafo "Livello di qualità, accettazione ed approvazione dei materiali – Marche di riferimento".

#### 2.4.8 Buone regole dell'arte

Gli impianti devono essere realizzati, oltre che secondo le prescrizioni della documentazione di Appalto, anche secondo le buone regole dell'arte, intendendosi con tale denominazione tutte le prescrizioni ed indicazioni contenute in norme legislative e/o tecniche relative alla corretta esecuzione dei lavori.

Ad esempio tutte le cassette elettriche di derivazione devono avere i lati verticali a piombo, essere allineate (alla stessa distanza da soffitto o pavimento) ed essere installate in posizioni facilmente accessibili.

All'interno delle cassette e alle estremità deve essere lasciata una certa "ricchezza" dei cavi in modo da consentire la variazione dei collegamenti; e così via.

Tutto quanto sopra è ovviamente compreso nel prezzo di appalto dei lavori.

Altre informazioni e prescrizioni sono contenute nelle Specifiche Tecniche dei singoli componenti degli impianti.

#### 2.4.9 Adempimenti e documentazione per autorizzazioni

È onere contrattuale dell'Appaltatore, senza alcun aggravio per l'EA:

- redigere progetti, calcoli, relazioni, disegni e qualunque altro elaborato necessario per ottenere tutte le licenze, approvazioni, autorizzazioni e collaudi da parte di Comune, ASL, ARPA, VVF, INAIL (ex I.S.P.E.S.L.), Ministeri, Enti fornitori di energia e/o fluidi, ecc. fino al completamento dell'iter burocratico e fino all'ottenimento delle autorizzazioni all'esercizio dell'edificio;
- redigere progetti, calcoli, relazioni, disegni e qualunque altro elaborato necessario alle pratiche di allacciamento dei servizi primari e secondari quali: energia elettrica, acqua potabile, fognatura, teleriscaldamento, telefonia, al fine dell'ottenimento delle autorizzazioni all'esercizio dell'edificio;
- fornire certificazioni ed omologazioni necessarie durante l'esecuzione delle opere a giudizio della Committente e della DL e secondo quanto richiesto dal presente capitolato e dalla Normativa vigente;
- fornire alla Committente ed alla DL la suddetta documentazione nel numero di copie richieste da inoltrare agli Enti preposti di controllo;
- seguire le pratiche fino al completamento dell'iter burocratico;
- in caso di variazioni in corso d'opera, effettuare le verifiche di conformità dei materiali secondo L.10 del 09/01/1991 e in modo conforme a quanto precisato nel D.P.R. 412 del 26/08/1993 e successive emissioni, secondo i modelli approvati con Decreto

Ministeriale dell'Industria del 13/12/1993, tenendo anche conto delle normative locali in materia;

- Sono esclusi dagli oneri dell'Appaltatore, i versamenti (spese vive) agli Enti preposti per l'ottenimento delle varie autorizzazioni.

Sono invece a carico dell'Appaltatore eventuali versamenti aggiuntivi che si rendessero necessari per motivi imputabili all'Appaltatore stesso. Sono altresì a carico dell'Appaltatore senza alcun aggravio per la EA eventuali modifiche od integrazioni da apportare alle opere eseguite, che fossero necessarie a seguito di richieste degli Enti preposti, finalizzate all'ottenimento dei necessari Nulla Osta, qualora tali modifiche od integrazioni fossero imputabili ad errori, dimenticanze, negligenza dell'Appaltatore o a sua ignoranza delle prescrizioni normative e/o di legge.

Sono inoltre inclusi tra gli oneri a carico dell'Appaltatore la relazione e la presentazione agli Enti preposti di relazioni riguardanti:

- la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati in accordo alle prescrizioni del D.M. 22 Gennaio 2008, n. 37 e legge 5 Marzo 1990, n. 46 (per quanto non abrogato). La dichiarazione di conformità deve comprendere anche gli impianti di messa a terra, gli impianti di protezione dalle scariche atmosferiche e gli impianti nei luoghi con pericolo di esplosione; deve quindi riportare le caratteristiche relative a tali impianti (valore della resistenza di terra, materiali utilizzati, ecc.) su modulo predisposto da ISPESL, ASL e/o ARPA. La dichiarazione di conformità consente la messa in servizio degli impianti di cui sopra (terra, protezione scariche atmosferiche, luoghi con pericolo di esplosione). La dichiarazione di conformità, a seguito del D.P.R. n. 462 del 22 Ottobre 2001, ha valore di omologazione invece solo per gli impianti di terra e di protezione dalle scariche atmosferiche.

L'Appaltatore dovrà coordinare ed eventualmente aggiornare i documenti a seguito di richieste di modifica finalizzate all'ottenimento di parere favorevole da parte delle Autorità, Società o Enti stessi.

## **2.4.10 Documentazione finale**

### **2.4.10.1 Generalità**

I lavori si considerano ultimati, a compimento:

- di tutte le opere di contratto e le eventuali opere di variante richieste dall'EA;
- di tutte le messe a punto, tarature, bilanciamenti, verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio effettuate in proprio dall'Appaltatore sugli impianti prima

dell'emissione del Certificato Ultimazione Lavori (verifiche e prove preliminari);

- di tutti gli interventi di messa a punto eventualmente richiesti nel Certificato Ultimazione Lavori e nel Certificato di Collaudo Provvisorio;
- della fornitura alla DL/EA di tutta la documentazione finale sottoscritta e del "Piano di Manutenzione";

Il Certificato di Ultimazione dei Lavori non sarà quindi emesso se non sarà stato prima provveduto a tutto quanto sopra da parte dell'Appaltatore.

Pertanto prima dell'ultimazione dei lavori l'Appaltatore dovrà fornire all'EA la documentazione qui sotto elencata.

#### 2.4.10.2 Dichiarazione di conformità

Dichiarazione di conformità prevista dal D.M. n. 37/08, in triplice copia, completa dei seguenti documenti:

- progetto finale (relazione tecnica, relazione di calcolo, disegni as-built, acc); integrato con le variazioni in corso d'opera, redatto da professionista abilitato incaricato dall'Appaltatore, iscritto al relativo Albo professionale. Sui cartigli dei documenti e dei disegni di progetto va riportata la dicitura "Progetto degli impianti elettrici e speciali redatto ai sensi del D.M. n. 37/08". Nella dichiarazione di conformità deve essere indicato, come redattore del progetto, il professionista incaricato ;
- relazione sui materiali utilizzati completa per ciascuna tipologia di materiali delle seguenti informazioni:
  - denominazione;
  - modello, tipo o altro modo di identificazione;
  - nome del costruttore;
  - documentazione relativa a marchi di conformità nazionali ed europei, dichiarazioni del costruttore di rispondenza alle norme, attestati di organismi indipendenti e riconosciuti dalla UE;
  - idoneità all'ambiente di installazione e la compatibilità con gli impianti preesistenti;
- riferimenti a dichiarazioni di conformità precedenti o parziali;
- copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico professionali secondo il D.M. n. 37/08;
- rapporto di verifica degli impianti elettrici relativi agli impianti termomeccanici con esito positivo delle prove effettuate dall'installatore prima della messa in servizio dell'impianto in conformità alla norma CEI 64-8 parte 6 e in conformità con quanto

indicato successivamente;

- rapporti di prova in officina, rapporti di prova chieste dalla DL e ogni altro documento utile ai fini della piena riconoscibilità tecnica e funzionale delle apparecchiature e degli impianti.

Tutta la documentazione sarà fornita in apposito raccoglitore opportunamente suddivisa come sopra indicato.

#### 2.4.10.3 Disegni as built

Tavole grafiche di cui un originale su supporto magnetico (realizzato con programma "AUTOCAD" versione 2010 o seguenti) più due serie complete su carta dei disegni degli impianti, aggiornati "come costruito" (*as built*) completi di piante e sezioni quotate, schemi, particolari dei materiali montati, ecc., così da poter in ogni momento ricostruire e verificare tutte le reti.

Se l'Appaltatore lo riterrà opportuno, i disegni *as built* potranno anche essere quelli di progetto, riveduti, corretti e integrati con tutti i necessari particolari come specificato per i disegni di cantiere e di montaggio, con le eventuali modifiche concordate con la DL o che l'Appaltatore proponga di adottare per una migliore riuscita del lavoro, per riprodurre fedelmente quanto è stato realizzato e per integrare ogni altro genere di documentazione utile per dare alla DL tutti gli elementi per l'approvazione; essi, infatti, devono tenere conto di tutti i dati acquisiti in cantiere.

Su tutti i disegni ed elaborati forniti dall'Appaltatore deve figurare la targhetta fornita o concordata con la DL con l'indicazione del tipo e delle marche di tutte le apparecchiature, componenti e materiali installati.

I disegni saranno integrati anche da tavole P&ID per ogni schema funzionale di centrale o di UTA (redatto in funzione del sistema di regolazione e di supervisione scelto), da piante con indicata la distribuzione FM all'interno delle centrali in genere nonché da sezioni e dettagli utili per la migliore comprensione degli impianti.

In particolare gli schemi dei quadri elettrici devono essere completi delle tabelle relative a tutte le indicazioni tecniche per l'identificazione dei componenti installati ed alle caratteristiche degli stessi, nonché al tipo di sezione e di formazione delle linee in arrivo e in partenza e di tutti gli schemi relativi agli ausiliari necessari.

Tutta la documentazione cartacea deve essere raccolta entro robuste cartelle in plastica per una facile consultazione ed una buona conservazione.

#### 2.4.10.4 Schemi

In ogni centrale, sottocentrale e locale tecnico vanno installati a parete opportuni schemi su pannello relativi ad apparecchiature ed impianti.

Tipo e caratteristiche dei pannelli sono da concordare con la DL.

Gli schemi devono essere in copia eliografica.

Qualora non fosse possibile installare disegni su pannelli, vanno forniti entro robuste cartelle di plastica. Questi schemi sono in aggiunta a quanto esposto al paragrafo “Disegni as built”.

#### 2.4.10.5 Parti di ricambio, materiali di consumo, attrezzi

Una completa lista, in triplice copia di:

- parti di ricambio consigliate per un periodo di conduzione di tre anni, con la precisa indicazione di marche, numero di catalogo, tipo e riferimento ai disegni di cui al paragrafo “Disegni as built”.
- accanto al nome di ogni singolo Appaltatore fornitrice di materiali deve essere riportato indirizzo, numero di telefono e, possibilmente, di telefax e fax, al fine di reperire speditamente le eventuali parti di ricambio;
- materiali di consumo, quali olii, grassi, gas, ecc. con precisa indicazione di marca, tipo e caratteristiche tecniche;
- attrezzi, utensili e dotazioni di rispetto necessari alla conduzione ed ordinaria manutenzione, ivi inclusi eventuali attrezzi speciali per il montaggio e smontaggio degli impianti.

La mancata consegna di tale documentazione rende l'Appaltatore responsabile per i conseguenti ritardi che vi possano essere rispetto ai termini contrattuali

#### 2.4.10.6 Documentazione varia

A completamento della documentazione sopraddeata, vanno fornite all'EA anche:

- una documentazione fotografica completa degli impianti eseguiti (in 3 copie)
- nullaosta degli Enti preposti alla operatività degli impianti (in 3 copie)
- piano di manutenzione come più avanti strutturato (in 3 copie)
- relazione di calcolo, in 3 copie, redatta sulla base di quella fornita in fase di gara, aggiornata con eventuali varianti concordate; se le varianti sono decise durante il corso dei lavori, è sufficiente che l'Appaltatore emetta di volta in volta dei fogli di aggiornamento, che vanno allegati al fascicolo originale (modalità di completamento da concordare con la DL).

#### 2.4.10.7 Note conclusive

Tutta la suddetta documentazione deve essere redatta esclusivamente in lingua italiana e deve

essere fornita alla DL in appositi contenitori riportanti sull'etichetta l'oggetto del contenuto e al loro interno un indice dei documenti contenuti prima della consegna preliminare (o provvisoria) delle opere e quindi prima del rilascio del Certificato di Collaudo Provvisorio /Certificato di Regolare Esecuzione.

Una prima copia della documentazione sopradescritta deve essere consegnata alla DL per l'esecuzione delle verifiche e prove preliminari.

Successivamente, a operazioni ultimate, l'Appaltatore deve rielaborare la documentazione apportando le eventuali annotazioni o correzioni introdotte dalla DL o resesi necessarie a seguito delle verifiche e prove effettuate.

Uguale procedura deve essere seguita in occasione delle verifiche e prove definitive da farsi col Collaudatore.

#### **2.4.11 Piano di manutenzione**

Assieme alla documentazione finale di cui al paragrafo precedente, l'Appaltatore dovrà fornire alla DL, per le verifiche del caso per poi trasferirlo alla Committente, il piano di manutenzione degli impianti, delle opere edili e delle strutture.

Esso, redatto in accordo con le indicazioni contenute nel piano di manutenzione consegnato per l'Appalto, dovrà comprendere in ogni caso:

- il manuale d'uso contenente le seguenti informazioni:
  - la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
  - la rappresentazione grafica;
  - la descrizione;
  - le modalità di uso corretto.
- il manuale di manutenzione, contenente le seguenti informazioni:
  - la collocazione dell'intervento delle parti menzionate;
  - la rappresentazione grafica;
  - la descrizione delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo;
  - il livello minimo delle prestazioni;
  - le anomalie riscontrabili;
  - le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente;
  - le manutenzioni da eseguire a cura di personale specializzato.
- il programma di manutenzione, articolato secondo tali sottoprogrammi:
  - il sottoprogramma delle prestazioni, che prende in considerazione, per classe di

requisito, le prestazioni fornite dagli impianti e dalle loro singole parti nel corso del rispettivo ciclo di vita;

- il sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita degli impianti individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma;
- il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione degli impianti eseguiti.

Al piano di manutenzione dovrà essere allegata una raccolta completa della documentazione tecnica (fornita dalle relative case costruttrici) dei singoli macchinari e componenti costituenti gli impianti, con le relative certificazioni di omologazione o prova-collaudo o marcatura CE ed i relativi manuali di uso e manutenzione, sempre forniti dalle case costruttrici.

Come già detto per ogni singolo macchinario o componente dovrà altresì essere fornito un elenco di pezzi di ricambio consigliati dal costruttore per un periodo di almeno tre anni, nonché i nominativi, indirizzi e recapiti telefonici degli agenti di zona e del servizio assistenza.

## **2.4.12 Verifiche e prove da prevedere**

### **2.4.12.1 Generalità**

Durante l'esecuzione ed alla fine dei lavori, la DL si riserva di effettuare a proprio insindacabile giudizio, tutte le prove e verifiche che riterrà opportune in fabbrica, in officina e in cantiere, come di seguito descritto, al fine di verificare che:

- le tipologie, caratteristiche, quantità e qualità dei materiali e delle lavorazioni corrispondano alle prescrizioni contrattuali, alle marche approvate dopo la consegna dei lavori, alle modalità esecutive approvate con i disegni costruttivi;
- la posa in opera degli impianti sia conforme al progetto approvato;
- gli impianti siano tarati e bilanciati in maniera corretta e pronti per l'avviamento e messa in servizio degli stessi.

Si precisa che tali prove o verifiche di seguito descritte sono da considerarsi "di normale routine", assolutamente necessarie (anche se non sempre del tutto sufficienti) alla buona riuscita delle opere, al corretto funzionamento degli impianti ed alla rispondenza dei lavori eseguiti al progetto ed alle prescrizioni contrattuali.

Pertanto l'onere per tali prove e verifiche, salvo specifiche pattuizioni contrattuali diverse, deve intendersi a totale carico dell'Appaltatore, senza alcun aggravio per l'EA, anche fossero necessarie



prestazioni in orari notturni e/o festivi, o allacciamenti/forniture di energia/fluidi provvisori (qualora quelli di cantiere non fossero sufficienti), con tutte le relative pratiche.

Tali verifiche e prove riguarderanno sia i singoli componenti e macchinari, secondo quanto riportato nelle apposite sezioni dei documenti progettuali, sia i parziali o totali "sottoinsiemi" costituenti i singoli impianti, sia infine gli impianti completi, secondo quanto descritto nel seguito.

L'esecuzione dei lavori richiede una consegna preliminare (o provvisoria) ed una consegna definitiva (o finale) degli impianti.

Per la consegna preliminare (che non è accettazione degli impianti) da farsi appena terminate le opere e quindi subito dopo l'emissione del Certificato Ultimazione Lavori con esito positivo, sono previste le seguenti verifiche e prove preliminari (elenco indicativo e non esaustivo):

- verifiche e prove in officina
- verifiche e prove in fabbrica
- verifiche e prove in corso d'opera
- messa a punto, tarature e bilanciamenti vari, verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio (servizio)
- verifica della completezza della documentazione finale.

Per la consegna definitiva (accettazione degli impianti), sono previste le seguenti verifiche e prove definitive:

- verifica della completezza della documentazione finale
- verifiche dei materiali ed apparecchi impiegati
- verifiche dei montaggi
- verifica della contabilità dei lavori
- esame delle eventuali riserve
- esecuzione di tutte le verifiche e prove che il Collaudatore riterrà opportuno prescrivere in relazione ai requisiti e caratteristiche di funzionamento degli impianti
- accertamento che il personale dell'EA preposto alla conduzione e manutenzione degli impianti sia stato adeguatamente istruito dall'Appaltatore.

Tutte le verifiche e prove preliminari e definitive devono essere effettuate a cura dell'Appaltatore in contraddittorio con l'EA e la DL, all'eventuale presenza del Collaudatore se nominato.

L'esito favorevole di verifiche e prove parziali non esonera l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano i prescritti requisiti nelle opere finite.

È compito ed onere dell'Appaltatore (compreso nel prezzo di Appalto):

- eseguire tutte le verifiche e prove preliminari e definitive, avvisando per iscritto DL e

Collaudatore, con almeno una settimana di anticipo, quando singole apparecchiature e/o materiali e/o parti di impianti e/o impianti completi sono pronti per le operazioni sopradette

- mettere a disposizione di DL e Collaudatore la strumentazione di misura e di controllo ed il personale qualificato necessario per le operazioni sopradette, sia per le verifiche e prove preliminari che quelle definitive
- sostenere le spese per il Collaudatore qualora i collaudi si dovessero ripetere per esito negativo.

#### 2.4.12.2 Verifiche e prove in officina

Vengono effettuate alla presenza della Committente e della DL (ed eventualmente del Collaudatore in corso d'opera, se nominato), ed hanno per oggetto la verifica dello stato di avanzamento delle forniture, con possibilità di collaudo di alcuni componenti.

La Committente e la DL devono godere di libero accesso alle officine dell'Appaltatore e dei suoi subfornitori.

Le verifiche in officina interessano principalmente l'assemblaggio di parti di impianto prefabbricate. Per i materiali e le apparecchiature sottoposti a collaudo da parte di Enti ufficiali devono essere forniti certificati.

#### 2.4.12.3 Verifiche e prove in fabbrica

Vengono effettuate alla presenza della Committente e della DL (ed eventualmente del Collaudatore in corso d'opera, se nominato), sui prodotti finiti.

Tali verifiche e prove sono eseguite non appena le macchine sono state ultimate ed è stata effettuata da parte del costruttore una serie di prove di funzionamento atte ad accertare anticipatamente le prestazioni delle macchine.

Una volta che l'Appaltatore disporrà della documentazione dal costruttore delle prove effettuate, prenderà accordi con la DL per definire tempi e modalità delle prove in fabbrica.

In particolare vengono provati presso le officine dei costruttori, sottoponendoli alle prove di accettazione previste dalle Norme ISPEL, UNI e CEI, i seguenti componenti (elenco avente carattere indicativo e non esaustivo):

- quadri di bassa tensione
- inverter conversione c.c./c.a.
- serbatoi in pressione
- valvole di sicurezza

- vasi di espansione
- gruppi refrigeratori
- pompe di circolazione
- scambiatori
- torri evaporative

Devono essere redatti i verbali dei collaudi eseguiti, contenenti le indicazioni sulle modalità di esecuzione, sui risultati ottenuti e sulla rispondenza alle prescrizioni della documentazione di Appalto.

I verbali devono essere consegnati al termine delle verifiche e prove.

#### 2.4.12.4 Verifiche e prove in corso d'opera

Sono le verifiche e prove in corso d'opera da effettuare in cantiere secondo il corso dei lavori su parti di impianto, su singole macchine e/o su impianti completi e da eseguirsi secondo le richieste ed indicazioni della DL (ed eventualmente del Collaudatore in corso d'opera, se nominato), registrandone i risultati su schede fornite e/o concordate con la DL stessa.

Al termine di ciascuna verifica o prova viene steso un Verbale di Verifiche e Prove in Corso d'Opera che va poi allegato al Certificato di Ultimazione Lavori.

#### 2.4.12.5 Messa a punto, tarature e bilanciamenti vari. Verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio

A montaggi ultimati, e comunque prima del termine contrattuale di ultimazione dei lavori, avrà inizio un periodo di funzionamento provvisorio degli impianti, a carico dell'Appaltatore, di durata adeguata e comunque non inferiore al 10% dell'intero tempo contrattuale previsto per la realizzazione dell'opera.

La DL si riserva la più ampia facoltà di presenziare a una o più fasi (a proprio insindacabile giudizio) di messe a punto, tarature, bilanciamenti, avviamenti e messa in esercizio degli impianti, eseguendo anche tutti i controlli e le verifiche che riterrà più opportuni: a tale riguardo l'Appaltatore è tenuto a fornire e rendere disponibile tutta la strumentazione ed il personale di assistenza necessari.

Per messe a punto, tarature, bilanciamenti, avviamenti e messa in servizio si intendono tutte quelle operazioni atte a rendere gli impianti perfettamente funzionanti e rispondenti alle prescrizioni di progetto, compresi tarature e bilanciamenti dei circuiti idronici ed aeraulici, tarature delle regolazioni, ecc.

Tutti i risultati delle operazioni sopradette devono essere riportate su piante, schemi e schede da concordare con la DL.

Le piante e schemi, eventualmente in scala ridotta, devono formare una serie a sé stante con precisato sul cartiglio che sono state usate per tutte queste attività relative al corretto avviamento degli impianti e devono contenere tutte le indicazioni atte a comprendere dove e come sono state effettuate le tarature stesse e/o le misure (ulteriori informazioni sono fornite nei paragrafi successivi).

Prima dell'inizio delle verifiche e prove sopradette, l'Appaltatore deve aver provveduto affinché copia della documentazione di messa a punto e tarature sia presentata in visione alla DL.

Qualora ciò non avvenga, la DL non procederà ad alcuna prova e ritornerà soltanto quando tali obblighi siano stati soddisfatti. Ovviamente i ritardi nella consegna degli impianti sono addebitati all'Appaltatore, compresa l'eventuale penale per mancata ultimazione dei lavori.

Per le modalità di esecuzione delle verifiche e prove di avviamento e messa in esercizio, vedere apposito capitolo successivo.

#### 2.4.12.6 Verifica della completezza della documentazione finale

Consiste nell'esame e nel controllo che tutta la documentazione finale sia completa, così come descritto ed elencato nell'apposito capitolo, sia fornita nel numero di copie previste in contratto e ben raccolta in opportuni contenitori per una facile e rapida consultazione.

#### 2.4.12.7 Emissione del Certificato Ultimazione Lavori

Al termine del periodo di funzionamento provvisorio (con relative messe a punto, tarature, bilanciamenti, avviamenti e messa in servizio) e prima della scadenza del termine contrattuale di fine lavori, l'Appaltatore farà una comunicazione formale alla DL nella quale preciserà che ha terminato la realizzazione dell'opera, che ha effettuato tutte le messe a punto, tarature, bilanciamenti avviamenti e messa in servizio degli impianti e che ha completato il periodo di funzionamento provvisorio degli stessi.

A seguito della comunicazione di cui sopra la DL, effettuerà i necessari accertamenti in contraddittorio con l'Appaltatore e, se tutto risulta conforme, rilascia il Certificato Ultimazione Lavori.

Nel Certificato Ultimazione Lavori la DL assegna un termine non superiore a 60 giorni per eventuali completamenti di lavorazioni o messe a punto di piccola entità che non pregiudicano comunque l'uso e la funzionalità dell'opera.

Entro il termine di completamento delle lavorazioni riportate nel Certificato Ultimazione Lavori la DL

si riserva di effettuare tutti gli ulteriori controlli, verifiche e prove (oltre a quelli effettuati eventualmente durante il periodo di funzionamento provvisorio degli impianti, citato in precedenza) che riterrà opportuni a proprio insindacabile giudizio, e l'Appaltatore ha l'obbligo di rendere disponibile e/o fornire tutta la strumentazione ed il personale di assistenza necessari.

Sempre entro questo termine vanno ottemperati anche tutti gli altri obblighi contrattuali, ivi compresi quelli inerenti l'eventuale completamento / aggiornamento della documentazione finale.

Si fa presente che, in ogni caso, la mancata fornitura da parte dell'Appaltatore alla Committente (entro i termini fissati) di tutta la documentazione finale prescritta dal Capitolato (nulla-osta degli enti preposti, disegni finali, norme e manuali di conduzione e di manutenzione, ecc.) costituirà motivo per la DL di dichiarare gli impianti non accettabili per colpa dell'Appaltatore, con tutte le conseguenze che ciò comporta.

Il mancato rispetto del termine assegnato dal Certificato di Ultimazione Lavori per completare le lavorazioni in esso riportate o l'eventuale esito negativo o incompleto delle verifiche e prove preliminari comporta l'inefficacia del Certificato di Ultimazione Lavori e la necessità di redigere un nuovo certificato all'avvenuto accertamento da parte della DL che le lavorazioni a completamento sono ultimate e che le verifiche e prove hanno dato esito positivo.

Se i risultati ottenuti, pur dopo gli interventi dell'Appaltatore, non fossero ancora accettabili, la EA può rifiutare gli impianti in parte o nella loro totalità. L'Appaltatore deve allora provvedere, a sue spese e nei termini prescritti, alla rimozione e sostituzione delle opere e dei materiali non accettati al fine di ottenere i risultati richiesti.

Qualora questo non fosse fatto, la EA provvederà direttamente ad effettuare i lavori addebitandone i costi all'Appaltatore, salvo il maggior danno.

## **2.4.13 Modalità di esecuzione delle verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio**

### **2.4.13.1 Generalità**

Le modalità di esecuzione delle verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio illustrate di seguito e le attività da porre in atto per il loro completamento sono da ritenersi valide anche per le prove e verifiche definitive.

Salvo diversa indicazione, tutte le verifiche e prove di avviamento e di messa in servizio saranno eseguite dall'Appaltatore, in contraddittorio con la Direzione Lavori ed alla eventuale presenza del Collaudatore in corso d'opera (che si riserva ogni facoltà di presenziare).

L'Appaltatore deve:

- informare per iscritto la DL, quando l'impianto o il macchinario è predisposto per le verifiche e prove suddette;

- dare piena opportunità alla DL di verificare, misurare e provare qualsiasi lavoro prima che sia ricoperto o comunque posto fuori vista, notificandolo per iscritto almeno con 48 ore di anticipo. La DL dà corso alla verifica, misura o prova, a meno che notifichi all'Appaltatore di non considerarlo necessario;

Verifiche, prove e controlli sia in corso d'opera che preliminari dovranno essere eseguiti in conformità alle normative e prescrizioni vigenti (Enti Erogatori, Servizio d'Igiene, Vigili del fuoco, INAIL (ex I.S.P.E.S.L.), CEI, norme specifiche di settore, ecc.) secondo le modalità indicate sia nel seguito del presente capitolo, che nei capitoli specifiche riguardanti i singoli componenti e/o materiali; le prove dovranno essere eseguite da tecnici adeguatamente addestrati e provvisti di idonea attrezzatura e strumentazione di prova e misura.

Qualora qualche prova o verifica o controllo desse esito negativo, l'Appaltatore è tenuto entro il termine di tempo che la DL gli imporrà, a porre in essere a propria cura e spese tutti gli accorgimenti e gli interventi atti a ripristinare le condizioni prescritte in progetto e/o in contratto, senza alcun onere per la Committenza. Il tutto verrà di volta in volta regolarmente verbalizzato.

#### 2.4.13.2 Strumentazione

Gli strumenti indispensabili che si devono utilizzare per le prove e verifiche dei vari componenti, con i relativi certificati di calibrazione in data non superiore ad 1 anno, sono elencati nell'elaborato "Procedure di verifica per l'avviamento degli impianti" fornito in allegato.

#### 2.4.13.3 Attività preliminare

Per le varie tipologie di impianti la D.L., a proprio insindacabile giudizio, eseguirà:

- verifiche quantitative e qualitative delle installazioni, per accertarne in linea tecnica la conformità alle caratteristiche fondamentali indicate nelle tavole grafiche e nel capitolato;
- controlli di tipo visivo rivolti ad accertare che le diverse parti e componenti dell'impianto corrispondano, come tipi, qualità, lavorazioni, dati di targa a quanto previsto nel progetto e che il tutto sia stato eseguito secondo le buone regole dell'arte.

Si riportano, a titolo esemplificativo e non esaustivo, i principali controlli visivi da eseguire:

##### Impianti elettrici e speciali

- verifica corretta installazione macchine ed apparecchiature;
- verifica corretta distribuzione reti di distribuzione;
- verifica staffe, mensole e sostegni in generale di apparecchiature, tubazioni, passerelle, ecc.;

- verifica chiusure tagliafuoco;
- identificazione dei vari componenti e dei circuiti elettrici;
- corretta installazione elementi in campo;
- presenza di schermi, cartellonistica e di informazioni analoghe;
- agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione.

#### Impianti termomeccanici

- verifica corretta installazione macchine ed apparecchiature;
- verifica corretta distribuzione reti idriche ed aerauliche;
- verifica staffe, mensole e sostegni in generale di macchine, tubazioni, canalizzazioni, ecc.;
- verifica isolamenti;
- verifica chiusure tagliafuoco;
- presenza e corretta messa in opera di valvole di sezionamento e di taratura;
- identificazione dei vari componenti e dei circuiti idrici ed aeraulici;
- corretta installazione elementi in campo;
- presenza di schermi, cartellonistica e di informazioni analoghe;
- agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione.

#### Impianti elettrici relativi agli impianti termomeccanici

- verifica corretta installazione macchine ed apparecchiature;
- verifica corretta distribuzione reti di distribuzione;
- verifica staffe, mensole e sostegni in generale di apparecchiature, tubazioni, passerelle, ecc.;
- verifica chiusure tagliafuoco;
- identificazione dei vari componenti e dei circuiti elettrici;
- corretta installazione elementi in campo;
- presenza di schermi, cartellonistica e di informazioni analoghe;
- agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione.

#### 2.4.13.4 Prove in loco degli impianti elettrici e speciali

##### 2.4.13.4.1 Generalità

Vengono di seguito descritte verifiche, le prove e controlli che la Direzione Lavori si riserva la facoltà, a proprio insindacabile giudizio, di far eseguire dall'Appaltatore o di eseguire direttamente in fabbrica, in officina o in cantiere, sulle varie tipologie di impianti (e per ognuno dei quali deve

produrne il relativo verbale).

Si precisa inoltre che, nel caso la EA abbia dato incarico di collaudo in corso d'opera a un Collaudatore, egli può a sua scelta partecipare o meno a tutte le operazioni di prove, verifiche e controlli in corso d'opera e in fase di avviamento e messa in esercizio, fatto salvo il diritto di svolgere prove, misure e controlli indipendentemente da quelli svolti dalla DL.

#### 2.4.13.4.2 Prove e verifiche sugli impianti

Sono prove e verifiche che devono accertare la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge, alle Norme CEI e a tutto quanto richiesto negli elaborati di appalto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in corso d'opera, sia per quanto riguarda l'efficienza delle singole parti che la loro installazione.

Le prove e verifiche da eseguire sono (elenco esemplificativo e non esaustivo):

- a) protezioni:                      verifica della loro adeguatezza e del loro coordinamento;  
misura delle impedenze dell'anello di guasto
- b) sicurezza:                      verifica di tutto l'impianto di terra; misura della resistenza  
dell'impianto di dispersione  
verifica della inaccessibilità di parti sotto tensione salvo  
l'impiego di utensili  
verifica dell'efficienza delle prese di terra degli utilizzatori  
verifica dei collegamenti equipotenziali  
verifica dei livelli di isolamento  
verifica di funzionamento dei dispositivi differenziali  
misura e verifica delle tensioni di passo e di contatto, se  
necessario
- c) conduttori:                      verifica dei percorsi, della sfilabilità e del coefficiente di  
riempimento, delle portate e delle cadute di tensione, prova di  
isolamento dei cavi fra fase e fase e tra fase e terra in cantiere  
verifica delle sezioni dei conduttori in funzione dei livelli di  
corto circuito
- d) quadri:                          prova di isolamento prima della messa in servizio  
prova di funzionamento di tutte le apparecchiature, degli  
interblocchi e degli automatismi
- e) impianti di terra e parafulmine:      verifica dell'efficienza dell'impianto  
misura della resistenza verso terra dell'impianto



A titolo di esempio, inoltre, vengono di seguito descritte alcune procedure.

#### 2.4.13.4.3 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dei circuiti e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione

Occorre verificare che:

- tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni indicate nella documentazione di appalto e al tipo di posa, alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo e/o in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali
- il dimensionamento dei cavi e conduttori sia realizzato in base alle portate indicate nelle tabelle CEI UNEL
- tutti i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione.

#### 2.4.13.4.4 Verifica della sfilabilità dei cavi

La verifica consiste nell'estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compresi tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non provochi danneggiamenti agli stessi e sia effettuabile senza difficoltà.

La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra il 5% e il 10% della lunghezza totale.

#### 2.4.13.4.5 Misura della resistenza di isolamento

Secondo normativa.

#### 2.4.13.4.6 Misura delle cadute di tensione

Secondo normativa.

#### 2.4.13.4.7 Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi

Occorre verificare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i corto circuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia coordinata alla sezione dei conduttori protetti dagli stessi.

Le verifiche vanno eseguite sui dati elaborati dall'Appaltatore.

#### 2.4.13.4.8 Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

Vanno eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra.

Si devono effettuare questi interventi:

- esame a vista dei conduttori di terra e di protezione: vanno verificate le sezioni, i materiali, le modalità di posa dei conduttori stessi e delle giunzioni. Vanno inoltre controllate le condutture di protezione che assicurino il collegamento tra il conduttore di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi
- verifiche nei locali servizi igienici della continuità del collegamento equipotenziale tra le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico, gli apparecchi sanitari e il conduttore di protezione
- verifica della corretta realizzazione delle mappe grafiche della workstation
- verifica delle principali funzioni del software fornito (conteggio ore funzionamento, gestione della manutenzione, acquisizione e memorizzazione dei dati, diagnostica del sistema, trend, ecc.).

#### 2.4.13.5 Verifiche e prove a completamento di quelle di avviamento e messa in esercizio

##### 2.4.13.5.1 Generalità

Nell'insieme di verifiche e prove di avviamento e messa in esercizio, dovranno in ogni caso essere effettuate le seguenti operazioni (elenco avente carattere esemplificativo e non esaustivo):

##### Impianti elettrici:

- verifica continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali;
- misura resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- verifica protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- prove di polarità;
- prova di tensione applicata;
- prove di funzionamento;
- verifica protezione contro gli effetti termici;
- prove caduta di tensione;
- verifica assorbimento di corrente;
- assorbimento dei carichi elettrici;

- metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti compresa la misura delle distanze (barriere, involucri, ecc.);
- scelta dei conduttori per la portata e la caduta di tensione;
- scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione;
- presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento o di comando;
- scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione idonei con riferimento alle influenze esterne;
- identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- identificazione dei circuiti, ecc.;
- idoneità connessioni dei conduttori.

#### 2.4.13.6 Prove in loco degli impianti termomeccanici

##### 2.4.13.6.1 Generalità

Vengono di seguito descritte verifiche, le prove e controlli che la Direzione Lavori si riserva la facoltà, a proprio insindacabile giudizio, di far eseguire dall'Appaltatore o di eseguire direttamente in fabbrica, in officina o in cantiere, sulle varie tipologie di impianti (e per ognuno dei quali deve produrne il relativo verbale).

Si precisa inoltre che, nel caso la EA abbia dato incarico di collaudo in corso d'opera a un Collaudatore, egli può a sua scelta partecipare o meno a tutte le operazioni di prove, verifiche e controlli in corso d'opera e in fase di avviamento e messa in esercizio, fatto salvo il diritto di svolgere prove, misure e controlli indipendentemente da quelli svolti dalla DL.

#### 2.4.13.7 Verifiche e prove a completamento di quelle di avviamento e messa in esercizio

##### 2.4.13.7.1 Generalità

Nell'insieme di verifiche e prove di avviamento e messa in esercizio, dovranno in ogni caso essere effettuate le seguenti operazioni (elenco avente carattere esemplificativo e non esaustivo):

##### Impianti termomeccanici

- prove funzionamento macchine (gruppi frigoriferi, elettropompe, ecc.);
- prove di avviamento e funzionamento elettropompe;
- misure livelli di pressione sonora in ambiente ed all'esterno;
- verifica taratura strumentazione e sonde in campo;
- prove funzionali dei sistemi di regolazione, sicurezza e controllo;

- prove funzionali del sistema di supervisione e controllo.

#### 2.4.13.7.2 Verifiche e prove specifiche

Per i singoli componenti degli impianti vengono effettuate in linea di massima le seguenti **verifiche e prove**

- Elettropompe di circolazione:
  - portata del fluido;
  - prevalenza;
  - intensità di corrente assorbita durante il funzionamento;
  - manovra completa di apertura e chiusura valvolame;
  - livello di rumorosità;

#### **2.4.14 Verifiche e prove definitive. Certificato di Collaudo**

Le verifiche e prove definitive degli impianti eseguite dal Collaudatore nominato dalla EA, avranno luogo entro sei mesi dall'approvazione del conto finale e entro un anno per gli impianti di riscaldamento e/o di climatizzazione.

Tali verifiche e prove consisteranno principalmente nelle operazioni già indicate nei capitoli "Verifiche e prove da prevedere", "Verifiche e prove preliminari. Certificato di Ultimazione Lavori", "Modalità di esecuzione delle verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio".

Per l'espletamento delle operazioni di collaudo, l'Appaltatore e la DL metteranno a disposizione del Collaudatore, a sua semplice richiesta, tutta la documentazione ed i verbali delle verifiche e prove preliminari di cui agli articoli precedenti.

L'Appaltatore deve altresì porre a disposizione del Collaudatore tutto il necessario personale specializzato e tutta la necessaria strumentazione di misura e prova, opportunamente tarata, analogamente a quanto già fatto riguardo alle verifiche e prove preliminari.

Per la consistenza, tempistiche, modalità di esecuzione e completamento delle verifiche e prove definitive, valgono le medesime procedure e modalità già illustrate per le prove e verifiche preliminari.

Le verifiche possono comprendere oltre le parti in vista, anche quelle sepolte e nascoste ed è dunque obbligo dell'Appaltatore scoprire quelle parti di lavoro che fossero indicate, senza diritto ad alcun compenso per i lavori di scoprimento e di conseguente ripristino.

Al termine di ogni visita viene compilato un Verbale di Collaudo Provvisorio firmato dal Collaudatore e dall'Appaltatore.

Sui dati di fatto risultanti dal verbale, il Collaudatore ponendoli a confronto con quelli di progetto,

stende una relazione in cui prescrive specificatamente all'Appaltatore eventuali lavori di riparazione e completamento da eseguirsi.

Se i risultati ottenuti, pur dopo gli interventi dell'Appaltatore, non fossero ancora accettabili, la EA può rifiutare gli impianti in parte o nella loro totalità. L'Appaltatore deve allora provvedere, a sue spese e nei termini prescritti, alla rimozione e sostituzione delle opere e dei materiali non accettati al fine di ottenere i risultati richiesti.

Qualora questo non fosse fatto, la EA provvederà direttamente ad effettuare i lavori addebitandone i costi all'Appaltatore, salvo il maggior danno.

#### **2.4.15 Presa in consegna delle opere da parte della Committente**

La presa in consegna da parte della Committente avverrà subito dopo l'emissione del Certificato di Collaudo con esito positivo.

L'Appaltatore ha comunque l'obbligo di presenziare e dare tutta la necessaria assistenza alla Committente all'atto della messa in funzione definitiva degli impianti, connessa alla presa in consegna dei lavori da parte della Committente stesso.

Tuttavia, per propri motivi di necessità, la Committente si riserva di richiedere la consegna anticipata, prima dell'emissione del Certificato di Collaudo, dell'intera opera o di sue parti, dandone preavviso all'Appaltatore per iscritto con congruo anticipo.

Con la firma del contratto l'Appaltatore è obbligato ad accettare tale richiesta. In questo caso si procederà secondo le modalità previste dall'art. 230 del D.P.R. 207/2010.

Si intende che la presa in consegna anticipata da parte della Committente dei lavori eseguiti solleva l'Appaltatore dall'obbligo di custodia e conservazione fino a collaudo dei lavori e delle opere consegnate anticipatamente, e dalla responsabilità per i danni e/o le operazioni di conduzione e manutenzione provocati dall'uso, ma non lo solleva dalle responsabilità inerenti la garanzia sui lavori.

#### **2.4.16 Garanzie**

L'Appaltatore ha l'obbligo di garantire le opere e ciascun impianto sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento per un periodo di anni 1 (uno)) dalla data di emissione del Certificato di Collaudo, anche se in presenza della consegna anticipata dell'opera o di sue parti alla Committente.

Pertanto, fino al termine di tale periodo, pur essendo l'opera nel frattempo utilizzata normalmente secondo l'uso cui è destinata, tutte le riparazioni o sostituzioni derivanti da difformità e vizi dell'opera sono a carico dell'Appaltatore a meno che non si tratti di danni dovuti ad uso improprio

da parte del personale della EA che ne fa uso, o a normale usura di materiale di consumo.

Con la firma del contratto l'Appaltatore riconosce essere a proprio carico anche il risarcimento alla Committente di tutti i danni, sia diretti che indiretti, che potessero essere causati da guasti o anomalie funzionali fino alla fine del periodo di garanzia sopra definito.

Il pagamento della rata di saldo non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del Codice Civile.

#### **2.4.17 Addestramento del personale della Committente**

Nel periodo di funzionamento provvisorio degli impianti precedente l'emissione del Certificato di Ultimazione Lavori (cioè nel periodo non inferiore al 10% del tempo contrattuale per l'esecuzione dei lavori in cui vengono svolte le messe a punto, tarature, bilanciamenti, avviamenti e messa in esercizio degli impianti) o in quello successivo, in cui vengono effettuate le prove e verifiche definitive prima dell'emissione del Certificato di Collaudo, l'Appaltatore deve istruire il personale della Committente o di società terze che si occuperanno poi della gestione e manutenzione degli impianti.

L'inizio dei periodi sopradetti deve essere concordato e comunicato alla Committente con un congruo anticipo.

Il programma di addestramento deve prevedere l'istruzione del personale della Committente o di società terze sulla tipologia degli impianti e macchinari in essi contenuti, sul loro funzionamento, sulle tarature e messe a punto eseguite e da eseguire e così via, in modo che, una volta presi in consegna gli impianti da parte della Committente o di società terze, questo suo personale sia in grado di provvedere alla loro conduzione e manutenzione.

### **3 OPERE DA REALIZZARE**

A seguito di quanto indicato al paragrafo precedente si descrivono, nel seguito le opere da realizzare

#### **3.1.1 Impianti elettrici**

I nuovi impianti elettrici riguardano:

##### **1. Impianto fotovoltaico**

- Installazione del campo fotovoltaico in copertura comprensivo di pannelli, canaline, cavi, inverter e quadri elettrici
- Installazione di un nuovo interruttore da 800 A MTD per la connessione del nuovo

quadro Fotovoltaico

- Inserimento di una cella aggiuntiva sul quadro generale di media tensione per ottemperare agli obblighi dell'allegato A70 al codice di rete
- Modifica del quadro generale di bassa tensione con l'inserimento del nuovo interruttore di arrivo dell'impianto fotovoltaico e della protezione di interfaccia
- Installazione dei pulsanti di sgancio per l'impianto fotovoltaico

## **2. Impianto di illuminazione a LED per la pista 1**

- Smantellamento degli attuali apparecchi illuminanti a ioduri metallici
- Fornitura e posa di nuovi apparecchi illuminanti a LED a sostituzione degli esistenti a ioduri metallici
- Mantenimento degli attuali corpi illuminanti al servizio dell'illuminazione di emergenza
- Mantenimento degli attuali cavi di alimentazione e circuiti di accensione esistenti in quanto le nuove lampade hanno una potenza di 400W cad contro gli attuali 1000 W delle esistenti e quindi l'impianto risulta idoneo all'alimentazione dei nuovi apparecchi.

## **3. Impianto di illuminazione spettacoli per la pista 1**

- Modifica al QGBT esistente con inserimento di un nuovo interruttore MTD da 250 A per alimentazione del nuovo quadro Audio e Luci pista 1 da posizionare nel locale in regia
- Fornitura e posa di nuova linea di alimentazione al quadro Audio e Luci pista 1 in cavo FG7(O)M1 posato nelle vie cavi esistenti di sezione pari a 3(1x95mmq) +1x95mmq(N)+1x50mmq(PE)
- Fornitura e posa di nuove vie cavi e cavi per alimentazione delle luci di scena, dei motori elettrici per il sollevamento delle travi americane, degli apparati DMX e dei quadri di spinamento cavo tipo FG7(O)M1 di sezione adeguata come indicato negli schemi unifilari
- Fornitura e posa di travi americane, paranchi elettrici, staffe e agganci per travi e apparecchi illuminanti
- Fornitura e posa di sistema per controllo e comando motori travi americane
- Fornitura e posa dei quadri di spinamento per gli apparecchi illuminanti
- Fornitura e posa di sistema DMX completo di switch cavi, consolle, programmazione del sistema e accessori

- Fornitura e posa di apparecchi illuminanti di scena, completi di spina CEE, staffe e accessori di montaggio

#### **4. Impianto di illuminazione spettacoli per la pista 2**

- Modifica al QGA esistente con inserimento di un nuovo interruttore MTD da 32 A per alimentazione del nuovo quadro Audio e Luci pista 1 da posizionare nel locale quadri elettrici
- Fornitura e posa di nuova linea di alimentazione al quadro Luci pista 2 in cavo FG7(O)M1 posato nelle vie cavi esistenti di sezione pari 5G6 mmq
- Fornitura e posa di nuove vie cavi e cavi per alimentazione delle luci di scena e degli apparati DMX cavo tipo FG7(O)M1 di sezione adeguata come indicato negli schemi unifilari
- Fornitura e posa di prese e spine per gli apparecchi illuminanti
- Fornitura e posa di sistema DMX completo di switch cavi, consolle, programmazione del sistema, software e accessori
- Fornitura e posa di apparecchi illuminanti di scena, completi di spina CEE, staffe e accessori di montaggio

#### **5. Impianto audio spettacoli per la pista 1**

- Fornitura e posa di nuove linee di alimentazione dal quadro Audio e Luci pista 1 al rack Audio posizionato nel locale Regia ad alimentazione degli amplificatori e degli altri apparati audio
- Fornitura e posa di nuove vie cavi e cavi per alimentazione dei diffusori audio in ambiente a partire dagli amplificatori audio in cavo tipo FG7(O)M1 di sezione adeguata come indicato negli schemi unifilari
- Fornitura e posa di diffusori in ambiente completi di staffe e accessori di montaggio
- Programmazione del sistema e software di gestione

#### **6. Modifica delle accensioni delle luci spogliatoi pista 1**

L'intervento prevede la sostituzione degli attuali interruttori che alimentano l'illuminazione degli spogliatoi, tali interruttori sono installati sui quadri Q-1 1N/P; Q-1 2N/P; Q-1 3N/P.

Essi andranno sostituiti con interruttori dotati di contattore di comando, il comando stesso dovrà essere riportato in sala regia.



## 7. Nuove piste da Curling piano secondo

L'intervento prevede:

- Spostamento Quadri elettrici e di PLC
- Smontaggio di tutte le prese elettriche e recupero di quelle indicate nel progetto
- Smontaggio di tutti i corpi illuminanti
- Smontaggio e recupero delle tratte di canalina interferenti
- Riposizionamento degli apparati elettrici da riutilizzare
- Mantenimento degli impianti laddove indicato
- Fornitura e posa di scatola di giunzione con morsettiera
- Fornitura e posa delle tratte di cavo necessarie dai quadri sino alla scatola di derivazione
- Fornitura e posa dei nuovi apparecchi illuminanti
- Ripristino dei collegamenti di segnale necessari al riporto allarmi e comandi in sala regia
- Ripristino della segnaletica di emergenza
- Smontaggio di tutti gli impianti speciali ad eccezione dei pulsanti e pannelli antincendio
- Fornitura e posa di nuovi diffusori di suono per montaggio a parete/ soffitto
- Fornitura e posa di nuovi rivelatori di fumo a soffitto
- Fornitura e posa di cavo per impianto rivelazione fumi
- Riprogrammazione centrale RF e centrale EVAC con aggiornamento mappe grafiche
- Fornitura e posa di nuovo Quadro Centrale Curling in Copertura
- Fornitura e posa di nuovo interruttore da 500 A sul QGBT per alimentazione del nuovo quadro in copertura
- Fornitura e posa di nuova canalina elettrica da 500x100 per nuova linea di alimentazione, la canalina transiterà in parte al piano interrato e di in parte in verticale all'interno del carter di mascheratura previsto per le linee del Fotovoltaico
- Fornitura e posa di nuova linea di alimentazione dal QGBT al Quadro Centrale Curling in Copertura in cavo FG7(O)M1 di formazione 4C(2X185) + PE 95
- Fornitura e posa delle vie cavi dal Quadro Centrale Curling al quadro gruppo frigorifero ed al quadro UTA
- Fornitura e posa di nuova linea di alimentazione dal Quadro Centrale Curling in Copertura al quadro di macchina del Gruppo Frigorifero in cavo FG7(O)M1 di

formazione 4C120 + PE 70

- Fornitura e posa di nuova linea di alimentazione dal Quadro Centrale Curling in Copertura al quadro di UTA in cavo FG7(O)M1 di formazione 4C35 + PE 16
- Impianto elettrico al servizio della regolazione
- Impianto cavi scaldanti sotto pista
- Fornitura e posa di sistema di supervisione

### **3.1.2 Impianti fluidomeccanici**

A seguito di quanto indicato al paragrafo precedente si descrivono, nel seguito le opere da realizzare

### **3.1.3 Modifica linea di alimentazione acqua calda alle UTA in copertura**

Nell'ambito degli impianti fluido meccanici, uno degli interventi previsto riguarda la linea acqua calda a servizio delle UTA in copertura.

La problematica individuata in fase di gara è il contenimento delle dispersioni energetiche lungo i tratti esposti in copertura, in considerazione dell'utilizzo parziale dell'impianto: infatti si registra l'impiego delle batterie calde solo per l'UTA 6 (zona VIP) e per l'UTA 11 (zona stampa), mentre per tutte le altre non vi è una significativa richiesta.

La soluzione di progetto consiste nell'intercettare la linea acqua calda esistente, di modo che solo queste due UTA vengano normalmente servite dall'impianto, prevedendo le seguenti opere:

- Installazione sulla condotta di mandata acqua calda di valvole deviatrici a sfera a comando manuale, in corrispondenza delle diramazioni secondarie da non alimentare;
- Installazione sulla condotta di ritorno acqua calda di valvole di intercettazione a farfalla, in corrispondenza delle diramazioni secondarie da non alimentare;
- Installazione di rubinetto a sfera per lo svuotamento delle diramazioni non alimentate.
- Dotazione delle esistenti pompe di circolazione P5 a servizio della linea, di inverter per il controllo della velocità di funzionamento dei motori in funzione delle mutevoli condizioni di portata riscontrabili.

Tutte le opere provvisorie propedeutiche alla realizzazione degli interventi descritti, quali la rimozione dei rivestimenti di coibentazione delle linee, le attività di scarico degli impianti, etc. dovranno essere ripristinati nelle condizioni iniziali.

In particolare, prima della messa in esercizio, si raccomanda di eseguire un flussaggio dell'impianto per poter rimuovere i residui di lavorazione dalle tubazioni.

Per quanto concerne le Pompe P5 a servizio della linea acqua calda, di seguito riportiamo le

caratteristiche di funzionamento:

- Portata 148 m<sup>3</sup>/h
- Prevalenza 60 kPa
- Potenza elettrica 3kW

La portata, a seguito dell'intercettazione delle UTA, può diminuire a un valore teorico pari a circa 78 m<sup>3</sup>/h, e un conseguente regime ridotto di funzionamento a circa 30Hz.

Gli inverter saranno installati su apposite staffe di supporto e fissate a parete: per i criteri e le modalità di collegamento elettrico si rimanda alle disposizioni generali contenute nella relazione specialistica relativa agli impianti elettrici.

### 3.1.4 Impianto di produzione del ghiaccio a servizio delle nuove piste da Curling

L'impianto di produzione e mantenimento del ghiaccio riferito alle 2 piste da allenamento curling ed all'area raffreddamento stones, risulta concepito nel modo di seguito descritto.

In relazione alla conformazione architettonica del locale EX SALA STAMPA si è dovuto procedere con il posizionamento dei collettori di distribuzione della soluzione glicolata sul lato corto delle piste in quanto la presenza delle pilastri centrali impediva il posizionamento più efficace dei collettori sul lato lungo salvo raddoppiare i collettori (una serie per pista) a discapito degli spogliatoi che si sarebbero dovuti collocare in altra posizione difficilmente riscontrabile nell'area a causa dei ridotti spazi disponibili.

Comunque la soluzione adottata con la corretta prevalenza della elettropompa di ricircolo della soluzione glicolata consentirà di rendere sufficientemente uniforme la temperatura del ghiaccio delle piste.

L'impianto di distribuzione della soluzione glicolata per il raffreddamento delle piste è previsto con tubazioni in polietilene SDR 11 PN minimo 12,5 Bar diametro DN 25 interasse 80 mm.

Le curve a 180° di fine pista ed i collegamenti ai collettori dovranno essere termosaldati al fine di diminuire l'ingombro generato dall'impiego di giunti elettrici per polietilene.

La rete di tubazioni dopo apposito collaudo idraulico verrà annegata nel cemento costituente la base delle piste.

I collettori DN 125 sono posizionati in un'apposito vano ispezionabile e le tubazioni costituenti i collettori non saranno isolate termicamente.

Dai collettori verso il lato strada partono le due tubazioni preisolate di collegamento con il gruppo di raffreddamento della soluzione glicolata posto sul tetto dell'edificio.

Il gruppo di raffreddamento della soluzione glicolata è costituito da un gruppo di raffreddamento con 2 motocompressori cadauno dotato di inverter, avente potenzialità totale pari a 150 kW con il raffreddamento della soluzione glicolata al 35% da -8°C a -11°C, un condensatore ad aria,

un'evaporatore, una serie di accessori, un serbatoio di compensazione avente capacità di 1.500 lt, un vaso d'espansione lato idraulico e n°2 elettropompe (n°1 di completa scorta) per il ricircolo della soluzione glicolata fra il raffreddatore e le serpentine in polietilene costituenti le piste da curling.

Il gruppo raffreddatore della soluzione glicolata è posizionato su di un apposito telaio zincato ed imbullonato in modo che il peso gravi solo su strutture portanti e non sul tetto piano già impermeabilizzato e non avente la portata necessaria a sostenere il gruppo refrigeratore in funzione.

Al quadro elettrico del gruppo di raffreddamento fanno capo anche le resistenze e le relative sonde di temperatura del cemento sotto l'isolamento termico delle piste.

L'impostazione del set di temperatura della soluzione glicolata da cui dipende la temperatura superficiale del ghiaccio delle piste è impostabile sul gruppo refrigeratore e sul sistema di supervisione collocato nel locale piste.

### **3.1.5 Impianto di climatizzazione al servizio delle nuove piste da Curling**

L'impianto di climatizzazione del locale EX SALA STAMPA, adibito al contenimento delle 2 piste da allenamento curling ed all'area raffreddamento stones, risulta concepito nel modo di seguito descritto.

L'impianto di allenamento del curling è previsto per funzionare da inizi settembre a metà aprile.

La condizione climatica ottimale del locale richiesta per le competizioni internazionali è pari alla temperatura di +8°C con una umidità non superiore al 40%.

Le condizioni climatiche sopra esposte comporterebbero un'impianto di climatizzazione complesso, con alti assorbimenti elettrici e molto oneroso nella costruzione e nella gestione.

Per tali motivi l'impianto progettato è il compromesso, nei mesi caldi di utilizzo, fra le condizioni termoigrometriche previste nelle competizioni internazionali e le reali condizioni che si otterranno con l'impianto previsto.

Difficilmente in caso di condizioni particolarmente sfavorevoli nei mesi di settembre e ottobre si riuscirà ad avere l'umidità richiesta e la temperatura del locale si manterrà attorno ai +10°C.

Inoltre, il locale piste è concepito per ospitare circa 100 persone (80 spettatori + 20 giocatori) pertanto l'aria minima di rinnovo è pari a circa 4.000 mc/h.

Pertanto il gruppo refrigeratore è calcolato di potenzialità adatta per abbattere il solo calore sensibile della batteria di raffreddamento nelle condizioni peggiori dal punto di vista della temperatura esterna.

L'impianto è costituito dai componenti sotto elencati.

N° 1 UTA di ricircolo con miscelazione ed espulsione dell'aria di rinnovo composta da:

- una serie di filtri;
- una batteria di preriscaldamento dell'aria funzionante con acqua calda proveniente dal sito;
- una batteria di raffreddamento dell'aria funzionante ad acqua glicolata proveniente dal gruppo di raffreddamento dedicato e posto nelle vicinanze della UTA medesima;
- una batteria di postriscaldamento dell'aria funzionante con acqua calda proveniente dal sito;
- una serie di serrande ON-OFF e modulanti;
- un ventilatore di mandata funzionante tramite inverter installato a bordo;
- un ventilatore di aspirazione funzionante tramite inverter installato a bordo;
- una struttura autoportante ed isolata con pannelli termici adatta per la collocazione all'esterno;
- una serie di gruppi di regolazione fluidi preinstallati e cablati al quadro elettrico di controllo e comando, anch'esso installato a bordo UTA.

Gli scarichi condensa della UTA sono collegati alla rete esistente sul tetto piano.

Un silenziatore installato sul canale di mandata aria.

Un silenziatore installato sul canale di ripresa aria.

Una serie di canali di mandata e ripresa termicamente coibentati ed adatti per installazione all'aperto.

Una serranda taglia fuoco con controllo e comando dal sistema antincendio posta sul canale di mandata nel passaggio soletta.

Una serranda taglia fuoco con controllo e comando dal sistema antincendio posta sul canale di aspirazione nel passaggio soletta.

Una serie di canali, termicamente coibentati, di distribuzione dell'aria nel locale piste con diffusione a bocchette laterali regolabili.

Una serie di canali, termicamente coibentati, di aspirazione dell'aria nel locale piste con griglie regolabili.

N° 2 sonde di rilievo temperatura aria del locale piste poste sul pilastro centrale e collocate rispettivamente ad un'altezza di mt. 1,50 e mt. 3,00 dal filo pavimento e connesse al quadro UTA posto sul tetto piano.

La media della temperatura rilevata fungerà di controllo della temperatura di immissione dell'aria nel locale.

L'impostazione del set di temperatura del locale piste è impostabile sul quadro UTA e sul sistema di supervisione collocato nel locale piste medesimo.

### 3.1.6 Opere edili

Gli interventi edili previsti sono:

- interventi sulla copertura e sulle facciate dell'edificio che ospita la pista da Hockey 1;
- Interventi sulla copertura, sulle facciate e sugli interni dell'edificio che ospita la pista da Hockey 2;
- Realizzazione di due nuove piste da curling all'interno dell'edificio che ospita la pista da Hockey 1.

#### **Pista 1:**

#### **1. Interventi in copertura**

Le opere previste in copertura sono legate all'installazione dell'impianto fotovoltaico ovvero consistono in operazioni preliminari all'installazione dei pannelli, oltre che in interventi che ne facilitino la manutenzione.

Gli interventi previsti saranno i seguenti:

- **Nuova guaina impermeabilizzante copertura a falde (Intervento A)**

Dovendo adeguare la copertura esistente ai requisiti di prevenzione antincendio legati all'installazione del nuovo impianto fotovoltaico, è prevista la posa di una nuova guaina impermeabilizzante al di sopra di quella esistente tipo Derbigum SP FR della ditta Derbigum, provvista di due armature divise. La guaina disporrà di certificazione di resistenza al fuoco esterno B roof T2, in modo da soddisfare i requisiti antincendio imposti dall'installazione del nuovo impianto fotovoltaico, che la guaina ardesiata esistente non garantiva.

Inoltre durante i sopralluoghi in fase di redazione del progetto definitivo si sono riscontrate infiltrazioni derivanti da problematiche legate all'impermeabilizzazione del canale di gronda della falda sud e dei relativi imbocchi dei pluviali. Pertanto il canali di raccolta sarà impermeabilizzato mediante fornitura e posa della membrana impermeabilizzante di cui sopra.

- **Linea vita (Intervento B)**

Installazione di una linea vita orizzontale tipo Somain sistema Libera C lungo la linea di colmo della copertura a doppia falda e lungo il tratto di raccordo che condurrà alla nuova scala fissa a pioli, al fine di facilitare i lavori di manutenzione e garantire la sicurezza dei lavoratori preposti. Il sistema dovrà essere conforme alla normativa UNI 11578: 2015.

- **Scala esterna di accesso alla copertura (Intervento C)**

Realizzazione di una scala fissa a pioli con gabbia di protezione, di diametro 60 cm, per garantire l'accessibilità della copertura a doppia falda e poter quindi effettuare la manutenzione del nuovo impianto fotovoltaico.

- **Carter di chiusura cavi impianto fotovoltaico (Intervento D)**

Al fine di mascherare le discese in facciata dei cavi elettrici di collegamento dell'impianto fotovoltaico è prevista la fornitura e posa di n. 2 carter in alluminio, collocati uno in corrispondenza della facciata in lamiera grecata posta sulla copertura del lato Nord-Ovest (lungo il tratto dalla falda di copertura al piano terrazzo) ed uno in corrispondenza della facciata Nord-Est con rivestimento in pannelli di fibrocemento.

- **Nuova impermeabilizzazione canale di gronda su copertura piana e cavedio tecnico, sostituzione bocchettoni di scarico (Intervento H)**

Tenuto conto delle problematiche di infiltrazione d'acqua all'interno dell'edificio, in corrispondenza del lato Nord della copertura, legate allo stato di conservazione del manto impermeabile che riveste il canale di gronda (cimose di sormonta fra i teli dissaldate, mancanza di protezione dei risvolti verticali e bocchettoni di scarico degradati), si prevede la sostituzione dei bocchettoni per lo scarico delle acque e la fornitura e posa di una nuova guaina impermeabilizzante in sua corrispondenza.

Si prevede inoltre la realizzazione di una nuova impermeabilizzazione del cavedio tecnico in copertura, data la presenza di infiltrazioni d'acqua in sua corrispondenza.

## 2. Opere in facciata

- **Schermatura solare della facciata vetrata su C.so Tazzoli (Intervento E)**

E' stata richiesta soluzione per limitare il fenomeno di surriscaldamento legato all'irraggiamento solare in corrispondenza della facciata vetrata esposta a Sud, su C.so Tazzoli. A tale scopo saranno applicate pellicole multistrato pellicole multistrato di oscuramento solare in poliestere, tipo 3M Prestige 40 Exterior, sul lato esterno delle vetrate della facciata continua su Corso Tazzoli. L'intervento sarà limitato alle superfici di facciata antistanti i varchi nella muratura che consentono l'accesso alle tribune, nonché alle vetrate presenti in loro corrispondenza sulla copertura. La pellicola consentirà di schermare il 60% della radiazione solare e ridurre quindi calore ed irraggiamento interni, limitando così il surriscaldamento dell'ambiente interno e di

conseguenza i consumi energetici legati al mantenimento del ghiaccio.

- **Schermatura solare delle aperture vetrate su Via d'Arborea (Intervento F)**

E' stata richiesta soluzione per limitare il fenomeno di surriscaldamento legato all'irraggiamento solare in corrispondenza della facciata vetrata esposta ad Est, su Via d'Arborea. A tale scopo saranno applicate pellicole multistrato di oscuramento solare in poliestere, tipo 3M Prestige 40 Exterior, sul lato interno dei vetri dei serramenti. La pellicola consentirà di schermare il 60% della radiazione solare e ridurre quindi calore ed irraggiamento interni, limitando così il surriscaldamento dell'ambiente interno e di conseguenza i consumi energetici legati al mantenimento del ghiaccio.

**Pista 2:**

**3. Opere in copertura**

- **Sostituzione del giunto di dilatazione e nuova impermeabilizzazione dell'estradosso della copertura (Intervento 11)**

Tenuto conto delle problematiche di infiltrazione di acqua all'interno dell'edificio, in corrispondenza del giunto di dilatazione in copertura ed in sua prossimità, si prevede la fornitura e posa di un nuovo giunto di dilatazione ad impermeabilità in sostituzione di quello esistente, posto in corrispondenza della copertura, e la realizzazione di una nuova impermeabilizzazione dell'area esterna lungo via San Remo. L'intervento comporterà la rimozione totale e la successiva realizzazione di una nuova stratigrafia all'estradosso del solaio di copertura sostituendo le zone erbose esistenti con una pavimentazione in asfalto.

- **Nuova impermeabilizzazione dell'estradosso della copertura (Intervento I)**

Tenuto conto delle problematiche di infiltrazione d'acqua all'interno dell'edificio, si eseguirà una nuova impermeabilizzazione dell'intera copertura, non prevista all'interno dello Studio di Fattibilità. L'intervento comporterà la rimozione totale e la successiva realizzazione di una nuova stratigrafia all'estradosso del solaio di copertura, ripristinando il manto in asfalto e la copertura a verde pensile.



#### 4. Opere interne

##### - Nuova pavimentazione in gomma (Intervento 13)

Tenuto conto dell'esigenza dei fruitori dell'impianto di percorrere alcune aree con i pattini ai piedi e dato lo stato di usura della pavimentazione esistente, in corrispondenza del tunnel di collegamento con l'edificio che ospita la Pista 1, e delle zone di camminamento sul piano tribune, dopo aver provveduto alla pulizia del fondo esistente, verrà posata una nuova pavimentazione sportiva in gomma tipo Mondo - telo Ramflex spessore 6 mm. (formato 1,86 x 12 m), da posare su lamina in doppia fibra di vetro tipo Mondo - Everlay spessore 1,2 mm, previa pulizia del fondo esistente. Sulle scale di accesso al piano pista saranno posate piastrelle in gomma con rilievi a bolli, tipo Artigo BS Strong, e profili tipo TR 10 in corrispondenza degli spigoli dei gradini.

##### - Resinatura della pista (Intervento G)

Tenuto conto del fatto che il trattamento epossidico della pista si presenta evidentemente ammalorato in corrispondenza della fascia centrale della pista, sarà da eseguirsi un nuovo trattamento protettivo della superficie in calcestruzzo della pista realizzato mediante levigatura del fondo ed applicazione di doppia rasatura di primer per fondi umidi, successiva stesa di resina epossidica in due riprese, per uno spessore complessivo in opera di 800 micron circa. L'intervento sarà limitato alla fascia centrale della pista, lungo il lato corto della stessa, per una larghezza di circa 5 metri (per un totale di 150 mq di superficie), zona che attualmente presenta evidenti disomogeneità.

#### Aree esterne

##### • Trattamento delle parti deteriorate delle murature esterne (Intervento 12)

Tenuto conto della presenza di numerosi graffiti sulle superfici di facciata esterne del Palaghiaccio, si prevede la rimozione dei graffiti dalle superfici di facciata in mattoni paramano su C.so Tazzoli, in blocchi in calcestruzzo faccia vista lungo la rampa carraia, ed in cemento armato dei due blocchi ascensore emergenti dalla copertura sulla pista 2. La rimozione verrà effettuata tramite prodotto tipo Docchem Remograffidoc F4 e saranno oggetto di una successiva detersione con prodotto tipo Docchem Lapidoc New per quelle in mattoni paramano; la pulizia verrà effettuata su una superficie tale da non creare discromie evidenti.

Le superfici di parete dei blocchi ascensore saranno ritinteggiate e preventivamente trattate con prodotto protettivo antigraffiti tipo Docchem Colordoc Plus Antigraffiti, a base di resina fluorata in

emulsione acquosa, che faciliterà la rimozione futura di successivi graffiti, senza danneggiare il supporto.

Dovrà essere effettuato il consolidamento di alcuni tratti in mattoni faccia vista estrusi (dim. 12x25x5 cm) in corrispondenza del bordo superiore del rivestimento del muro perimetrale di contenimento del terreno dell'edificio ospitante la pista da Hockey, sul lato Sud Ovest (lungo Corso Tazzoli).

Dovrà inoltre essere effettuato il ripristino delle sigillature, tramite sigillante elastico, dei giunti tra le pannellature in mattoni faccia vista, che rivestono il muro perimetrale di contenimento del terreno dell'edificio ospitante la Pista da Hockey 2, lungo Corso Tazzoli.

In corrispondenza di tali giunti verranno inoltre inseriti profili coprigiunto in alluminio ancorati alla parete.

### **Nuove piste da curling**

In adiacenza alla pista da hockey 1 del palaghiaccio, sul lato Est dell'edificio principale, è presente una balconata, al primo piano dell'edificio, che ospitava il locale Sala Stampa durante i Giochi Olimpici, attualmente utilizzato come palestra per ginnastica. Il locale si presenta vetrato verso la pista da Hockey sottostante e finestrato sul fronte esterno esposto ad Est.

La Committenza intende adibire tale ambiente ad area di allenamento per il curling, alleggerendo in tal modo l'utilizzo della pista n.2 ed aumentando così l'offerta sportiva. Ciò permetterebbe di utilizzare la pista n.2 solo per le gare, rendendola quindi disponibile per il pattinaggio di figura per più settimane. L'utilizzo previsto del nuovo impianto sarà limitato nei mesi da Settembre ad Aprile, così come già indicato all'interno dello Studio di Fattibilità redatto a Febbraio 2015.

Si prevede pertanto la realizzazione all'interno della sala di n. 2 piste da curling di dimensioni 4,42 x 44,50 m (dimensione minima prevista dalla Federazione italiana Sport del Ghiaccio).

Al fine di riconvertire l'ex Sala Stampa a pista di curling si rendono necessari diversi interventi edili ed impiantistici di adeguamento del locale alla nuova funzione.

I carichi legati alla realizzazione del pacchetto delle nuove piste da curling impongono la necessità inoltre di effettuare un rinforzo strutturale, come dimostrato al capitolo seguente relativo alle opere strutturali.

Per inserire le piste da curling di lunghezza regolamentare, si prevede la demolizione di alcune tramezze in blocchi di calcestruzzo, che delimitano locali accessori quali ripostigli e vani tecnici, poste a chiusura di vani tecnici. I quadri elettrici ivi collocati verranno installati all'interno del ripostiglio adiacente a uno dei due blocchi servizi esistenti.

Questi ultimi dovranno essere adeguati alle nuove funzioni del locale, in particolare saranno predisposti due ambienti con funzione di spogliatoi e bagni (completi di attrezzature e arredi), attestati sulle estremità delle piste di gioco, fruibili ed accessibili ai disabili. Gli accessi a tali locali verranno spostati e verranno demolite le tramezze interne esistenti in blocchi di cls nonché saranno realizzate nuove pareti divisorie con struttura metallica e rivestimento in lastre di gesso rivestito.

Dovendo intervenire sulle canalizzazioni dell'aria e sull'impianto di illuminazione, dovrà essere demolito il controsoffitto esistente e dovranno inoltre essere effettuate opere murarie per il passaggio delle nuove canalizzazioni di mandata e ripresa aria a servizio dell'impianto di climatizzazione.

Nelle zone in cui verranno realizzate le due piste da curling e la nuova pavimentazione sopraelevata, verranno posati sulla soletta uno strato con funzione di barriera al vapore e verranno disposti i cavi del circuito riscaldante, sui quali verrà realizzato un massetto di contenimento di spessore 3 cm.

Il pacchetto stratigrafico delle piste verrà realizzato all'interno di due vasche di contenimento in vetroresina posate sul tappetino riscaldante e rivestite internamente da strati di separazione e protezione e da un manto impermeabilizzante sintetico in PVC. La stratigrafia al loro interno sarà composta da: isolamento termico sp. 12 cm, manto in PVC interposto tra due strati di tessuto non tessuto, strato di separazione in polietilene microforato, primo getto di contenimento delle tubazioni in calcestruzzo, rete elettrosaldata, serpentine di raffreddamento, secondo getto di contenimento in cls.

Verrà successivamente effettuata la resinatura superficiale multistrato del piano pista.

La stessa stratigrafia del pacchetto piste verrà impiegata per realizzare lo spazio di stoccaggio degli stones, previsto al fondo delle due piste.

Lungo il perimetro delle due piste verrà posato un doppio strato di isolamento termico ed una pavimentazione galleggiante, con finitura in gomma.

Saranno inoltre realizzate delle rampe, con pendenza  $< 8\%$  per il superamento delle barriere architettoniche, di accesso alla piste da gioco, che infatti risulteranno sopraelevate rispetto agli altri ambienti ed alle zone di ingresso al locale. In corrispondenza di questi ultimi sarà posata una pavimentazione in gomma a rotoli.

A protezione degli utenti, sul perimetro delle zone rialzate rispetto al pavimento, verranno installate delle balaustre in vetro e alluminio, fissate a terra.

Per schermare il nuovo pacchetto di solaio, maggiorato rispetto all'esistente di 36,5 cm, si prevede la posa di una pellicola adesiva in corrispondenza della vetrata che si affaccia sulla pista da hockey.

### 3.1.7 Opere Strutturali

Si prevedono le seguenti opere/interventi a carattere strutturale:

#### 1. Rinforzo strutture esistenti con materiali compositi FRP

Si prevede la realizzazione di 2 nuove piste di allenamento per il curling sul solaio del piano I lato Est con conseguente incremento dei carichi agenti sulle strutture esistenti (solai, travi e pilastri). Si prevede pertanto il rinforzo delle medesime con lamine/nastri in materiali fibrorinforzati a matrice polimerica. Nella fattispecie si prevedono i seguenti interventi:

- Rinforzo su estradosso lastre di solaio tipo predalles

Rinforzo a flessione su estradosso solaio mediante fornitura e posa in opera di num. 3 lamine pultruse in fibra di carbonio, tipo FBCPUL 10-14 di Fibre Net, per ogni singola lastra da applicare in corrispondenza dei tralicci resistenti (cfr. elaborati grafici). La singola lamina avrà larghezza 100 mm, lunghezza variabile 200/300cm e spessore 1,4 mm, e sarà posata ed incollata su primer di base mediante resina epossidica (cfr. capitolo OPERE STRUTTURALI per procedure e istruzioni di applicazione).

- Rinforzo su estradosso travi in c.a. gettato in opera

Rinforzo a flessione su estradosso della trave esistente in corrispondenza dell'appoggio sui pilastri intermedi, mediante fornitura e posa in opera di num. 3 strati di tessuto unidirezionale termosaldato in fibra di carbonio, tipo FB-GV330-HT050 o equivalente (grammatura minima 300 g/m<sup>2</sup>) aventi larghezza minima pari a 60cm (cfr. elaborati grafici). I 3 strati di tessuto sono incollati su primer di base attraverso applicazione di resina epossidica. In corrispondenza dell'incrocio pilastro-trave si prevede l'esecuzione di fori passanti alla base del pilastro tondo e la posa di nastri arrotolati resinati all'interno del foro ed incollati sui nastri presenti sulla faccia della trave (cfr. capitolo OPERE STRUTTURALI per procedure e istruzioni di applicazione).

Sulle travi in spessore 120x32 è inoltre previsto il rinforzo ad intradosso mediante applicazione di num. 2 nastri da 90cm per una lunghezza di 300cm.

- Confinamento pilastri Ø50cm in c.a. gettato in opera

Confinamento pilastri esistenti (piano terra-per tutta l'altezza, piano primo-porzione di base) mediante fornitura e posa in opera di tessuto unidirezionale termosaldato in fibra di carbonio, tipo FB-GV330-HT050 o equivalente (grammatura minima 300 g/m<sup>2</sup>). Si prevede la fasciatura continua (sovrapposizione minima del nastro pari a 5cm ogni 20cm) per un'altezza pari a 80cm alla base ed in sommità del pilastro del piano terra ed alla base del pilastro del piano primo. In corrispondenza dei pilastri al piano terra, tra le fasce continue prevede posa di num. 2 nastri pieni di spessore 25cm interasse 35cm (cfr. elaborati grafici e capitolo OPERE STRUTTURALI per procedure e istruzioni di applicazione).

Il tessuto è incollato su primer di base attraverso applicazione di resina epossidica.

## **2. Strutture di ancoraggio per carichi sospesi**

I nuovi impianti scenici a servizio della pista 1 e 2 saranno ancorati alle strutture esistenti (strutture in legno-pista 1 e strutture in acciaio-pista2) per mezzo di staffe in acciaio opportunamente dimensionate ed imbullonate agli elementi esistenti. l'intero sistema (carico sospeso + struttura di ancoraggio/supporto) dovranno rispettare le prescrizioni riportate nella Circolare del Ministero dell'interno - Dip. VV.FF., del 1 aprile 2011, n. 1689

*Locali di pubblico spettacolo di tipo temporaneo o permanente. Verifica della solidità e sicurezza dei carichi sospesi.*

## **3. Struttura di ancoraggio Linee Vita**

Si prevede la realizzazione di num. 8 ancoraggi della linea vita alle strutture esistenti di copertura. Nella fattispecie gli ancoraggi dei pali linea alle strutture esistenti sono così costituiti:

- ancoraggio su setto in c.a.: piastra di base sp. 10mm tassellata su setto portante in calcestruzzo armato sp. 40cm. si prevede l'installazione di num. 4+4 tasselli M20 meccanici ad espansione adatti a calcestruzzo fessurato tipo Hilti HST3.

- ancoraggio su travi lignee di copertura: num. 2 piastre in acciaio avvitate sulle pareti laterali delle travi e riscontrate ad intradosso della trave attraverso contropiastra bullonata ai piatti laterali.

Al termine dell'installazione dei nuovi ancoraggi, dovrà essere ripristinata e garantita la continuità dello strato di impermeabilizzazione eventualmente manomesso in precedenza.

Per maggiori informazioni fare riferimento agli elaborati grafici.

## **4. Appoggi Impianti tecnologici in copertura**

I nuovi impianti tecnologici presenti nel piano copertura, poggeranno su apposite travi in acciaio direttamente ancorate alle strutture esistenti (in corrispondenza dei pilastri) mediante nuovi baggioli in c.a. opportunamente fissati alle strutture esistenti (cfr. capitolo OPERE STRUTTURALI).

Per i fissaggi degli impianti alle strutture di supporto, fare riferimento al progetto impianti.

Al termine dell'installazione dei nuovi baggioli, dovrà essere ripristinata e garantita la continuità dello strato di impermeabilizzazione eventualmente manomesso in precedenza.

## 4 SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI IMPIANTISTICI ELETTRICI

### 4.1 Quadri elettrici di bassa tensione

#### 4.1.1 Caratteristiche tecniche generali

##### 4.1.1.1 Generalità

I quadri elettrici di bassa tensione dovranno essere conformi alle norme:

- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) fino al 31 ottobre 2014
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113);
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114).

Le apparecchiature montate nei quadri elettrici dovranno rispondere alle prescrizioni generali di seguito descritte e presentare caratteristiche tecniche secondo quanto specificato nei disegni di progetto; dovranno in particolare possedere caratteristiche tecniche adeguate a quelle delle utenze da alimentare e dimensionate per i livelli di corto circuito previsti.

Tutti gli accessori utilizzati all'interno dei quadri (sbarre, attacchi, supporti isolanti, profilati, piastre, ecc.) dovranno essere prodotti standard realizzati dal costruttore dell'involucro; dovranno essere rispettate le modalità installative indicate dal costruttore stesso. Non saranno accettate soluzioni con costruzioni artigianali.

Sulle porte e sui pannelli apribili potranno essere fissati solamente strumenti di misura, selettori di comando, lampade di segnalazione luminosa, che dovranno essere di tipo modulare, quadrati o rettangolari, con identificazione del servizio.

La posizione di pulsanti, selettori di comando, lampade, ecc., dovrà essere razionalmente studiata in base alla collocazione della relativa apparecchiatura controllata.

I quadri dovranno essere sempre dotati di pulsante per consentire la prova contemporanea di tutte le lampade di segnalazione installate sui quadri stessi.

Ogni quadro dovrà essere predisposto in modo che al mancare ed al successivo ritorno della tensione di rete, le utenze prima alimentate possano riprendere in modo automatico il loro regolare funzionamento.

In ogni cella ausiliari dei quadri tipo "power center" dovranno essere previsti:

- un sistema di illuminazione con lampade di tipo fluorescente;
- una presa 2x10/16 A+T polivalente a 230 V.

Il grado di protezione dei quadri elettrici dovrà essere non inferiore a quanto indicato negli schemi unifilari con minimo IP3X con porte chiuse e IP2X con porte aperte.

L'uscita e l'ingresso dei cavi nei quadri elettrici dovrà garantire il grado di protezione IP previsto utilizzando appositi accessori (pressacavo per ogni cavo ovvero moduli tipo Roxtec o equivalente approvato).

#### 4.1.1.2 Caratteristiche elettriche principali

- tensione di isolamento nominale: 660 V;
- tensione di esercizio: 400/230 V;
- frequenza nominale: 50 Hz;
- tensione di prova a 50 Hz per 1 minuto circuiti di potenza: 2500 V;
- tensione di prova a 50 Hz per 1 minuto circuiti ausiliari: 1500 V.
- corrente nominale di breve durata ammissibile per 1 secondo non inferiore ai dati progettuali sui disegni di progetto;
- corrente nominale di cresta ammissibile non inferiore ai dati progettuali sui disegni di progetto;
- apparecchiature dimensionate per una corrente di corto circuito non inferiore ai dati progettuali sui disegni di progetto.

#### 4.1.1.3 Involucri in lamiera

I quadri elettrici di bassa tensione con involucri in lamiera dovranno essere realizzati, in generale, da scomparti prefabbricati con intelaiatura autoportante in lamiera di acciaio pressopiegata avente spessore minimo di 2 mm e pannelli di chiusura in lamiera di acciaio ribordata dello spessore di 1,5 mm e comunque sufficientemente robusta per sostenere le apparecchiature e per resistere alle sollecitazioni a cui sono sottoposti.

Gli scomparti dovranno essere affiancabili e componibili tra loro in modo da ottenere la configurazione richiesta.

La parte superiore e quella inferiore degli scomparti dovranno essere chiuse con lamiere asportabili, per permettere l'ingresso/uscita dei cavi indifferentemente dal basso o dall'alto.

I quadri dovranno essere realizzati in modo tale da permettere eventuali futuri ampliamenti ai lati, con l'aggiunta di ulteriori scomparti; a tale scopo, le estremità laterali dei quadri dovranno essere chiuse con pannelli asportabili in lamiera di acciaio.

Ogni scomparto dovrà essere suddiviso in celle o zone, contenenti i vari componenti elettrici e meccanici, separate fra loro con lamiere di segregazione tali da garantire un grado di protezione minimo IP2X.

Dovranno essere studiate e realizzate delle canalizzazioni per la circolazione naturale dell'aria in modo da garantire:

- il mantenimento delle temperature interne, entro i limiti imposti dalle norme CEI/IEC applicabili;
- la compartimentazione delle celle o zone dei singoli scomparti, per evitare che

l'eventuale sviluppo di aria ionizzata all'interno di una cella vada ad interessare altre parti in tensione.

Nel caso di installazione in locali con pavimento sopraelevato, la posa dovrà essere effettuata mediante telaio in profilato d'acciaio saldato, verniciato con doppia mano di fondo e una mano finale di colore nero, completo di piedini regolabili con base bugnata e forata per consentire il fissaggio al pavimento mediante tasselli e collante; particolari accorgimenti dovranno essere adottati per l'affiancamento tra telaio e piano di calpestio sopraelevato (es. profilato a L saldato lungo tutto il perimetro superiore del telaio per consentire l'appoggio del piano di calpestio).

La viteria dovrà essere in acciaio inox con bulloni di tipo "autograffiante"; le viti di chiusura delle portine dovranno essere di tipo imperdibile con impronta a croce.

Le cerniere dovranno essere di tipo prefabbricato con elevato grado di robustezza e dovranno consentire l'apertura delle portine con angoli maggiori di 100°.

Le portine anteriori dovranno essere previste di guarnizioni di battuta e corredate di serratura di sicurezza unificata per tutti i quadri della fornitura; le portine incernierate dovranno avere almeno due punti di chiusura per altezze di 600 o 800 mm e almeno tre punti di chiusura per altezze maggiori di 800 mm.

#### 4.1.1.4 Involucri in materiale termoplastico

I quadri in materiale termoplastico isolante dovranno essere costruiti secondo criteri di robustezza meccanica sia nell'intelaiatura che nelle parti mobili, dovranno essere resistenti agli agenti chimici (acqua, soluzioni saline, acidi, basi e olii minerali), agli agenti atmosferici ed ai raggi UV.

Il materiale termoplastico dovrà essere autoestinguente secondo le norme UL 94 V-0 e UL 94 5VB e resistente al calore anormale ed al fuoco fino a 960 °C (prova del filo incandescente) secondo la norma CEI 89-12 (CEI EN 60695-2-10).

Le caratteristiche estetiche e dimensionali dei quadri dovranno risultare omogenee nell'ambito di uno stesso progetto.

#### 4.1.1.5 Sbarre e connessioni

In tutti i quadri elettrici di bassa tensione in cui siano previste connessioni con sbarre, queste dovranno essere realizzate in piatto di rame elettrolitico a spigoli arrotondati ed essere dimensionate per le correnti nominali e di corto circuito prescritte.

Le sbarre devono essere ancorate e sostenute da supporti reggisbarre in materiale isolante tali da assicurare la tenuta agli sforzi elettrodinamici conseguenti alle correnti di guasto dell'impianto.

Le sbarre con portate maggiori di 250 A saranno argentate o stagnate almeno nelle zone di



connessione al fine di prevenire fenomeni di ossidazione.

Le sbarre dovranno essere dimensionate secondo i seguenti criteri:

- sbarre principali, in base alla corrente nominale del quadro;
- sbarre di derivazione verticali facendo la sommatoria delle correnti nominali degli interruttori alimentati;
- sbarre di derivazione alle singole apparecchiature in base alla corrente nominale delle apparecchiature.

Le connessioni in cavo devono essere limitate al minimo indispensabile; in tutti i casi in cui sia possibile dovranno essere utilizzate sbarre.

La sequenza delle fasi deve essere, guardando il fronte del quadro, RSTN da sinistra a destra, dal fronte verso il retro e dall'alto verso il basso.

#### 4.1.1.6 Messa a terra

I quadri dovranno essere percorsi longitudinalmente o verticalmente da una sbarra di terra in rame, avente sezione minima pari a 125 mm<sup>2</sup> e comunque dimensionata sul valore delle correnti di guasto previste.

Le estremità della sbarra di terra dovranno essere dotate della possibilità di collegamento al dispersore di terra con conduttori aventi sezione fino a 120 mm<sup>2</sup>.

A tale sbarra dovranno essere collegati, in modo da garantire una efficace e sicura continuità elettrica, tutti gli elementi di carpenteria e i componenti principali del quadro. A tal riguardo i collegamenti dovranno essere completi di capocorda di tipo ad occhiello e realizzati con rondelle elastiche e bulloni.

I collegamenti di terra di tutte le masse metalliche mobili o asportabili dovranno essere eseguiti con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>.

I quadri a cassetta per installazione a parete potranno essere dotati, in sostituzione della sbarra di terra, di adatti morsetti aventi superficie di contatto adeguata alle correnti di guasto previste.

#### 4.1.1.7 Interruttori automatici

Gli interruttori automatici impiegati all'interno dei quadri di BT potranno essere di tipo aperto, scatolato o modulare in versione rimovibile, estraibile, o fissa a seconda del tipo di utilizzazione previsto e della corrente nominale delle utenze da proteggere. La tipologia è sempre riscontrabile nei disegni di progetto.

Gli interruttori di tipo aperto saranno previsti tipicamente all'interno dei quadri tipo Power Center

nella versione estraibile su carrello, per portate uguali o superiori ai 1250 A e nei casi in cui sia necessario realizzare la selettività di tipo cronometrico.

Gli interruttori di tipo scatolato saranno normalmente previsti nei quadri tipo Power Center per portate uguali o superiori a 100 A e nei casi in cui sia necessario realizzare la selettività con interruttori modulari sui quadri a valle.

Gli interruttori di tipo modulare, con modulo 17,5 mm o multipli, dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) per usi domestici e similari ove non diversamente specificato. Essi saranno impiegati nei quadri secondari di distribuzione per portate uguali o inferiori a 100 A per i circuiti che alimentano le utenze finali. L'esecuzione dovrà essere adatta per montaggio su profilato DIN da 35 mm. La curva di intervento magnetotermico dovrà essere scelta in funzione del tipo di carico da alimentare.

Gli interruttori magnetotermici in generale dovranno sempre essere dotati di dispositivi di protezione su tutte le fasi.

Il conduttore di neutro dovrà essere interrotto e/o protetto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 64-8; è da tenere presente che nel caso di adozione di un sistema tipo TN-C, il conduttore PEN non dovrà in alcun caso venire sezionato, né protetto.

Il potere di interruzione dovrà essere almeno pari alla corrente di corto circuito trifase presunta nel punto di installazione, salvo i casi in cui sia accettata la protezione di sostegno, con i limiti imposti dalle norme CEI 64-8.

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche dovranno essere tra loro intercambiabili.

Tutte le apparecchiature di tipo scatolato dovranno essere equipaggiate di proprie coperture predisposte dal costruttore sui punti di connessione dei cavi tali da garantire un grado di protezione minimo IP20 a porte aperte; si escludono pertanto schermi o analoghe protezioni artigianali.

Gli interruttori estraibili dovranno, in particolare, essere equipaggiati con otturatori sulle parti fisse, azionati automaticamente dal movimento dell'interruttore durante la manovra di sezionamento, per garantire un grado di protezione IP2X con interruttore estratto e/o sezionato.

I circuiti ausiliari dovranno inserirsi automaticamente nelle relative parti fisse con l'introduzione degli interruttori nelle celle; non sono accettate soluzioni a presa e spina inseribili a mano dall'operatore.

#### 4.1.1.8 Interruttori differenziali

Gli interruttori differenziali saranno costituiti da un dispositivo ad intervento differenziale per guasto a terra, in genere da associare agli interruttori magnetotermici.

Gli interruttori differenziali, dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 61009 (tutte le parti).

Dovrà essere garantita la selettività di intervento differenziale tra gli interruttori posti a monte e quelli posti a valle; a tale scopo la protezione differenziale dell'interruttore a monte dovrà avere una corrente di intervento di almeno una grandezza superiore a quella dell'interruttore a valle e tempo di ritardo superiore al tempo totale di apertura del dispositivo a valle.

Per portate fino a 250 A il dispositivo differenziale e l'interruttore automatico potranno essere integrati in un unico apparecchio, senza necessità di alimentazione ausiliaria esterna.

Per portate superiori ai 250 A il dispositivo differenziale dovrà agire sullo sganciatore di apertura dell'interruttore automatico a cui risulta accoppiato; in tal caso il differenziale dovrà essere alimentato da un trasformatore toroidale entro cui devono essere fatti passare tutti i conduttori attivi del circuito da proteggere. Tale dispositivo dovrà essere equipaggiato di segnalazione ottica di regolare funzionamento.

Oltre che nei casi previsti dalle norme CEI applicabili e in quelli indicati sugli schemi di progetto, gli interruttori differenziali dovranno anche essere previsti sempre nei sistemi TT e in tutti i circuiti in cui la protezione contro i contatti indiretti non sia realizzata con le protezioni indicate dalle norme CEI 64-8 o tramite interruzione automatica del circuito con intervento delle protezioni magnetotermiche.

Nei quadri secondari potranno essere utilizzati interruttori differenziali puri, senza protezione magnetotermica, a monte di gruppi di interruttori automatici relativi ad utenze omogenee; tali differenziali dovranno avere portata nominale non inferiore a 25A e dovranno risultare protetti dal dispositivo magnetotermico previsto a monte.

Tutti gli interruttori differenziali dovranno essere dotati di pulsante per la prova del circuito di scatto. Nel caso di utilizzo di interruttori quadripolari per utenze tripolari, questi dovranno avere tutti i poli cablati a monte per garantire il funzionamento del test di prova differenziale.

#### 4.1.1.9 Contattori

I contattori dovranno essere previsti in funzione delle seguenti categorie di impiego:

- AC3 per avviamento di motori (carichi induttivi);
- AC5A per impianti di illuminazione con lampade a scarica ovvero fluorescenti e alimentatori elettromagnetici;
- AC1 negli altri casi (carichi resistivi).

I contattori dovranno essere adatti per montaggio fisso entro quadri secondari e ad armadio, dotati di tutti gli accessori e contatti ausiliari necessari per la realizzazione degli schemi elettrici richiesti. Quando impiegati per avviamento motori, le loro caratteristiche elettriche dovranno essere coordinate con quelle dei motori da comandare, con quelle degli interruttori automatici o fusibili

posti a monte e con i relé termici accoppiati.

#### 4.1.1.10 Relè termici

I relé termici per la protezione contro il sovraccarico, dovranno essere tipicamente utilizzati in esecuzione fissa tripolare in serie ai contattori e agli interruttori automatici, con i quali devono essere coordinati, per i circuiti di avviamento motori.

I relé termici dovranno avere ampio campo di regolazione della corrente di intervento ed essere dotati di almeno due contatti ausiliari di scambio.

Il riarmo dei relé dovrà essere di tipo manuale.

I relé di tipo bimetallico dovranno essere compensati contro le variazioni di temperatura ambiente.

Per la protezione da motori con tempi di avviamento particolarmente lunghi dovranno essere impiegati relé termici per avviamento pesante.

Nel caso di utilizzo di relè di tipo “industriale” (non modulare) questi potranno essere installati sul fondo del quadro garantendo però lo spazio frontale libero da qualsiasi apparecchiatura e accessorio (barre DIN, canaline di cablaggio, ecc.) con esclusione di eventuali ausiliari di comando e segnalazione installati direttamente sulla portina di chiusura.

#### 4.1.1.11 Interruttori automatici magnetotermici salvamotori

Le partenze con salvamotore potranno essere utilizzate per i circuiti di avviamento motori in alternativa all'impiego di interruttore magnetico / relé termico (con contattore), in accordo con i disegni di progetto.

I salvamotori dovranno essere costruiti secondo le norme CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50), CEI EN 60947-1 (CEI 17-44), CEI EN 60947-2 (CEI 17-5), CEI EN 60947-3 (CEI 17-11).

Le caratteristiche di tali dispositivi (tarature, campi di regolazione, ecc.) dovranno essere scelte con gli stessi criteri utilizzati nel caso di partenze motore con apparecchi separati.

Il coordinamento dovrà sempre essere di tipo 2, tale da assicurare le prestazioni nominali delle apparecchiature, dopo un guasto, senza che si renda necessario alcun intervento di manutenzione.

La protezione contro il corto circuito dovrà essere data dall'interruttore automatico che ha anche la protezione termica regolabile integrata.

Il salvamotore dovrà essere accessoriato con contatti per segnalazione a distanza di stati ed anomalia.

Il salvamotore dovrà essere in esecuzione adatta per montaggio su profilato DIN da 35 mm.

Quando è richiesta l'esecuzione di quadro tipo “motor control center”, il salvamotore dovrà essere

inserito nel cassetto (fisso o estraibile) unitamente al contattore e dovrà avere la manovra dell'interruttore rinviata sul cassetto.

#### 4.1.1.12 Fusibili

I fusibili impiegati nei circuiti di potenza dovranno essere di tipo cilindrico o a coltello ad alto potere di interruzione, con elevate caratteristiche di limitazione della corrente di corto circuito presunta; la caratteristica di intervento dovrà essere adeguata al tipo di utenza da proteggere (motore o altro).

Se utilizzati in serie a contattori o a sezionatori, i fusibili dovranno essere coordinati con essi.

#### 4.1.1.13 Sezionatori e interruttori di manovra-sezionatori

I sezionatori (di tipo sottocarico e a vuoto) dovranno essere in grado di resistere termicamente e dinamicamente alle correnti di guasto previste; a tale scopo dovrà esserci coordinamento tra interruttore magnetotermico a monte e sezionatore stesso.

#### 4.1.1.14 Trasformatori di corrente e di tensione

I trasformatori di corrente e di tensione dovranno avere prestazioni e classi di precisione adeguate ai carichi da alimentare.

I trasformatori di corrente dovranno avere custodia in materiale termoplastico autoestinguente ed essere adatti per installazione fissa all'interno dei quadri.

I trasformatori di tensione dovranno avere custodia metallica messa a terra ed essere adatti per installazione fissa all'interno dei quadri.

Tutti i trasformatori dovranno avere un morsetto secondario collegato a terra.

#### 4.1.1.15 Limitatori di sovratensione (SPD)

Ove previsti, gli scaricatori dovranno essere del tipo a spinterometro autoestinguente (scaricatori di sovracorrente in bassa tensione) e a varistore con ossido di zinco (scaricatori di sovratensione in bassa tensione); essi dovranno rispondere alle norme CEI EN 61643-11.

Gli scaricatori saranno in genere inseriti a valle degli interruttori o sezionatori generali e protetti da opportuni fusibili o interruttori automatici.

La sezione del conduttore di terra che collega ogni singolo scaricatore all'impianto di terra dovrà essere di almeno 16 mm<sup>2</sup>.

In ogni caso la sezione dei conduttori di cablaggio sugli scaricatori dovrà essere adeguata al livello di corrente di corto circuito nel punto di installazione.

I cablaggi tra gli scaricatori all'interno dei quadri elettrici dovranno evitare la realizzazione di "spire" tra il conduttore di terra e gli altri conduttori.

In presenza di elevato numero di armoniche, dovranno essere installati scaricatori di tipo a varistore.

Le caratteristiche di tensione, corrente ed isolamento sono riscontrabili nei disegni di progetto.

#### 4.1.1.16 Relè di protezione

I relè di protezione associati agli interruttori magnetotermici potranno essere di tipo elettromeccanico o elettronico, secondo quanto prescritto sui disegni di progetto.

Gli altri relè di protezione dovranno essere adatti per montaggio incassato sulla portella dei quadri.

Quando richiesto, i circuiti amperometrici dovranno essere alimentati da trasformatori di corrente con secondario da 5 A o da 1 A; i circuiti voltmetrici dovranno essere alimentati da trasformatori di tensione con secondario a 100 V.

#### 4.1.1.17 Strumenti di misura

Gli strumenti di misura dovranno essere adatti per montaggio incassato sulla portella dei quadri.

Quando richiesto, i circuiti amperometrici dovranno essere alimentati da trasformatori di corrente con secondario da 5 A o da 1 A; i circuiti voltmetrici dovranno essere alimentati da trasformatori di tensione con secondario a 100 V.

I voltmetri dei quadri di bassa tensione potranno essere alimentati direttamente a 400 V.

Gli strumenti di misura dovranno essere di tipo digitale con visualizzazione numerica (e a barre per tensioni e correnti) e adatti per montaggio su barra DIN.

Le grandezze misurate dovranno indicare il “vero valore efficace” (true RMS).

#### 4.1.1.18 Apparecchiature ausiliarie

I quadri dovranno essere equipaggiati con tutte le apparecchiature ausiliarie necessarie per renderli completi e pronti al funzionamento anche se non indicati nei disegni di progetto.

In generale dovranno essere previsti:

- relè ausiliari;
- indicatori luminosi;
- commutatori e selettori di comando e di misura;
- pulsanti;
- resistenze anticondensa, comandate da termostati;
- ventilazione forzata in settori dei quadri dove siano presenti apparecchiature elettroniche di regolazione e controllo.

I dispositivi e le apparecchiature che devono essere visualizzati e manovrati dall'esterno dei

quadri, dovranno essere previsti per montaggio incassato sulle portelle, con grado di protezione minimo IP5X a porta chiusa e IP2X sui terminali posteriori.

#### 4.1.1.19 Inverter

Gli inverter, impiegati per l'azionamento a velocità variabile di motori asincroni trifasi, dovranno essere alloggiati dentro i quadri di distribuzione delle rispettive utenze regolate, in appositi scomparti predisposti, di dimensioni tali da garantire, a quadro chiuso, grado di protezione idoneo, adeguata ventilazione e smaltimento della temperatura anche mediante feritoie predisposte allo scopo realizzate con accessori e componenti standard.

Gli inverter dovranno essere del tipo a codifica PWM vettoriale con controllo del vettore tensione, con frequenza regolabile in uscita da 5 a 60 Hz.

Gli inverter dovranno essere dotati di tastiera di comando e di programmazione e display di controllo, in grado di riportare i parametri e i codici di allarme. Dovranno inoltre essere dotati di funzione di riavvio dopo mancanza di alimentazione con possibilità di selezione.

Tutte le indicazioni riportate sul display dovranno essere in lingua italiana o comunque acronimi di inequivocabile significato.

Durante le operazioni di avvio e di arresto, gli inverter dovranno essere in grado di supportare le commutazioni del circuito motore. Tali commutazioni non dovranno provocare danni al variatore e non richiederanno la presenza di una logica di interblocco esterna.

I variatori di velocità dovranno essere forniti di filtri antidisturbo in ingresso ed in uscita, in modo che l'installazione e l'esercizio risultino conformi ai vigenti limiti di emissione e di immunità nel campo della compatibilità elettromagnetica.

Gli inverter dovranno avere contatti puliti per la segnalazione di:

- anomalia generale, che cumulerà gli allarmi di sovratensione / sottotensione, guasto generale, corto circuito / sovracorrente, sovratemperatura, blocco motore;
- intervento protezione I<sub>2t</sub>.

Gli inverter dovranno essere dotati di morsetti per il collegamento a sonde di tipo PTC e per il collegamento del comando e della regolazione dalla unità periferica. Tale regolazione dovrà effettuarsi mediante segnali in corrente (0 ÷ 20 o 4 ÷ 20 mA) o in tensione (0 ÷ 10 V o 2 ÷ 10 V).

#### 4.1.1.20 Apparecchiature di regolazione

I quadri dovranno comprendere, oltre ai cubicoli di potenza, una colonna, o un cubicolo, o comunque lo spazio sufficiente per il contenimento delle apparecchiature di regolazione.

Salvo per i quadri bordo macchina e per i quadri di modeste dimensioni (a servizio di una sola

macchina), i regolatori dovranno essere posti in una sezione del quadro completamente segregata elettricamente e meccanicamente (colonna a sé stante, cubicolo, sezione del quadro con proprio pannello di accesso).

A tale scopo l'appaltatore degli impianti elettrici dovrà coordinarsi con l'appaltatore degli impianti termomeccanici.

Il cablaggio interno dei pannelli di regolazione dovrà essere realizzato con gli stessi criteri descritti in precedenza.

#### 4.1.1.21 Interblocchi

I quadri dovranno essere dotate di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che potrebbero compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

Tutti i blocchi a chiave dovranno essere realizzati in modo tale che l'estrazione della chiave mantenga le apparecchiature bloccate nella posizione in cui si trovano.

Le sequenze di manovra e il tipo dei blocchi meccanici dovranno essere sottoposti per approvazione alla D.L..

L'accoppiamento delle chiavi di interblocco dovrà essere effettuato mediante inanellamento saldato tale da garantire l'impossibilità di disaccoppiare le chiavi stesse.

#### 4.1.1.22 Cablaggi interni

Tutti i conduttori di cablaggio dovranno essere realizzati con conduttori flessibili in rame, con isolamento non propagante l'incendio e a ridottissima emissione di gas tossici e corrosivi, del tipo N07G9-K dimensionati per la portata nominale delle apparecchiature ovvero con sistemi di cablaggio rapido di tipo prefabbricato.

I conduttori dei circuiti in partenza e in arrivo dovranno essere adeguatamente fissati alla struttura del quadro in modo che il loro peso non gravi sulle apparecchiature e in modo che possano sopportare le elevate sollecitazioni elettrodinamiche delle correnti di corto circuito.

I conduttori dovranno essere collegati alle apparecchiature con appositi capicorda a pressione.

I circuiti ausiliari e di potenza dovranno essere posti entro canaline in PVC autoestinguenti, esenti da emissioni tossiche, non igroscopiche, traforate e con coperchio.

Il capo di ogni conduttore fissato a morsetti o ad apparecchiature dovrà essere numerato mediante anellino segnafile.

Tutti i circuiti, sia di potenza che ausiliari che entrano od escono dal quadro dovranno far capo ad apposite morsettiere di tipo componibile, adeguate alle sezioni dei cavi collegati e dotate di



cartellini di numerazione.

Tutti i segnali in arrivo da apparecchiature fuori quadro dovranno far capo a relé ausiliari con zoccolo in esecuzione estraibile e morsetti di collegamento anteriori.

#### 4.1.1.23 Circuiti ausiliari

I circuiti ausiliari di comando, segnalazione e misura all'interno dei quadri, dovranno essere realizzati con conduttori flessibili in rame, con isolamento non propagante l'incendio e a ridottissima emissione di gas tossici e corrosivi, del tipo N07G9-K, di sezione adeguata, posati su cavidotti in materiale termoplastico, riuniti a fascio. Dovranno essere alimentati in bassissima tensione c.a., tramite trasformatore di sicurezza.

La densità di corrente nei conduttori non dovrà eccedere il valore risultante dalle prescrizioni delle norme CEI 20-21 moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 0,8; tale valore, che sarà riferito alla corrente nominale  $I_n$  dell'organo di protezione e non alla corrente di impiego  $I_b$  della conduttura in partenza, non dovrà essere comunque superiore a 4 A/mm<sup>2</sup>.

Per i diversi circuiti dovranno comunque essere impiegate le seguenti sezioni minime:

circuiti amperometrici:	4 mm <sup>2</sup> ;
circuiti voltmetrici:	2,5 mm <sup>2</sup> ;
circuiti di comando e segnalazione:	1,5 mm <sup>2</sup> ;
circuiti di comando e segnalazione all'interno di apparecchiature:	1 mm <sup>2</sup> .

Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capicorda a compressione di tipo preisolato, adeguati al cavo e all'apparecchiatura da cablare, con esclusione di qualsiasi adattamento di sezione e/o di dimensione del cavo o del capocorda stesso.

Le estremità dei conduttori dovranno essere provviste di identificazione in conformità agli schemi funzionali e/o di cablaggio e di terminali isolati.

#### 4.1.1.24 Morsettiere

Le morsettiere dovranno essere di tipo componibile con serraggio dei conduttori di tipo indiretto, installate su guida DIN e opportunamente identificate per gruppi di circuiti appartenenti alle diverse sezioni costituenti il quadro secondo le modalità previste nel presente paragrafo; l'eventuale suddivisione tra gruppi di morsettiere adiacenti, appartenenti a diverse sezioni, dovrà avvenire mediante separatori.

Le morsettiere ausiliarie per circuiti voltmetrici e amperometrici dovranno essere rispettivamente, di tipo sezionabile e cortocircuitabile, riunite in appositi complessi protetti da schermo in resina trasparente.

Le morsettiere dovranno essere accessibili con quadro in servizio.

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".

Le morsettiere di attestazione dell'alimentazione ausiliaria a 230V c.a. dovranno essere complete di targhette con opportuna simbologia antinfortunistica o scritte indicanti parti in tensione.

Non saranno ammesse morsettiere di tipo sovrapposto.

Dovrà essere previsto un numero di morsetti ausiliari disponibili in quantità pari al 10% di quelli utilizzati.

Sui quadri che alimentano unità di trattamento aria (UTA), dovrà essere predisposta in morsettiera la possibilità di effettuare l'arresto di tutti i ventilatori tramite un comando proveniente dalla centralina rilevamento incendio.

#### 4.1.1.25 Materiali isolanti

I materiali isolanti impiegati all'interno dei quadri elettrici dovranno essere di tipo autoestinguente, esenti da emissioni tossiche, non igroscopici, ad elevate caratteristiche di resistenza alle scariche superficiali e all'invecchiamento.

#### 4.1.1.26 Accessori

I quadri dovranno essere dotati almeno dei seguenti accessori:

- lampade di segnalazione di tipo led, ovvero complessi di segnalazione a led pre-assemblati, completi delle varie segnalazioni di stato, allarme, ecc. relative alle varie apparecchiature; la superficie di emissione dovrà essere  $> 100 \text{ mm}^2$  con un angolo di emissione di almeno  $140^\circ$ ;
- schema elettrico, schema funzionale e schema topografico con l'indicazione delle zone d'impianto custoditi in apposita tasca portaschemi in plastica rigida all'interno del quadro;
- targa di identificazione del quadro posta sulla parte superiore del quadro stesso;
- targa del costruttore completa dei dati richiesti dalle norme CEI 17-6 e fissate con viti e/o rivetti;
- targhette di identificazione delle utenze in alluminio, ovvero in materiale plastico autoestinguente, con scritte pantografate inserite su apposite guide porta etichette in plastica o magnetiche (tipo Italfit  $h \geq 15 \text{ mm}$  o equivalenti) fissate con viti zincate o in nylon sul fronte del quadro; eventuali spazi vuoti dovranno essere completati con

targhette senza scritte in modo da evitare la possibilità di scorrere lungo le guide;

- schema sinottico sul fronte del quadro con listelli in plexiglass dei seguenti colori:
- blu: per reti di illuminazione e FM;
- verde: per reti in continuità assoluta;
- giallo: per reti di illuminazione di sicurezza;
- nero: per reti alimentate da gruppo elettrogeno.
- (eventuali) targhe di istruzione e/o di indicazione di pericolo con dicitura o simbologia di colore nero o rosso su fondo giallo, fissate sopra ogni schermatura e/o pannello di protezione contro contatti diretti su parti in tensione;
- golfari di sollevamento.

#### 4.1.1.27 Riserva

Il quadro dovrà garantire, sia per quanto riguarda la portata delle sbarre, sia per quanto riguarda lo spazio disponibile all'interno delle canalizzazioni e per l'installazione di nuove apparecchiature, una riserva di almeno il 20%.

#### 4.1.1.28 Quadri bordo macchina

Per quadri bordo macchina si intendono i quadri, installati su macchine particolari (gruppi elettrogeni, UTA, gruppi frigo, gruppi pompe, ecc.) e forniti con le medesime, contenenti i dispositivi di protezione, comando e controllo per tutte le apparecchiature e la strumentazione a servizio della sola macchina servita (bruciatori, compressori, pompe di sollevamento, trattamento acqua e similari).

Tali quadri, realizzati nel rispetto delle caratteristiche costruttive generali indicate in precedenza, dovranno avere:

- un interruttore generale con blocco porta o con microinterruttore, tale da impedire l'accesso all'interno con quadro di tensione;
- cablaggio interno ordinato, con siglatura cavi e morsetti, con capicorda, con canalette di contenimento dei cavi, ecc.;
- grado di protezione minimo IP54, comprese le feritoie per ingresso/uscita cavi eventualmente realizzato con pressacavi oppure con chiusure tipo CF Frame Roxtec o equivalenti;
- identificazione colori conduttori e borchie luminose secondo le specifiche precedenti.

I quadri relativi a pompe di sollevamento, trattamento acqua od in generale in ambienti umidi e bagnati dovranno essere del tipo in resina, resistente agli urti ed agli agenti chimici.

#### 4.1.1.29 Marcature

Ogni apparecchiatura elettrica all'interno del quadro e ogni estremità dei cavi di cablaggio dovrà essere contrassegnata in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli schemi elettrici, in modo da consentirne l'individuazione.

Le marcature dovranno essere conformi alle norme CEI 16-7 art. 3 ed essere del seguente tipo:

- targhette adesive o ad innesto da applicare a freddo per tutte le apparecchiature elettriche (morsetti, interruttori, strumentazione, ausiliari di comando e segnalazione, ecc.) posizionate sulle apparecchiature stesse o nelle vicinanze sulla struttura del quadro;
- anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti pre-siglati termorestringenti per le estremità dei cavi di cablaggio;
- cinturini con scritta indelebile per tutti i cavi in arrivo e partenza nel quadro con riportate le sigle di identificazione della linea, il tipo di cavo, la conformazione e la lunghezza secondo quanto riportato negli schemi elettrici.

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano sulle guaine dei cavi stessi, ovvero mediante targhette in carta legate o incollate ai cavi.

#### 4.1.1.30 Trattamento delle superfici e verniciatura dei quadri in lamiera

Tutte le superfici metalliche dei quadri dovranno essere opportunamente trattate e verniciate in modo da resistere all'usura del tempo e alle condizioni ambientali del luogo di installazione. In particolare dovrà essere adottato il seguente ciclo:

- lavaggio;
- fosfatazione;
- asciugatura;
- verniciatura con applicazione elettrostatica di smalto in polvere termoindurente, con spessore minimo di 60 micron;
- polimerizzazione in forno.

L'appaltatore potrà proporre il proprio ciclo di verniciatura, anche se diverso da quello prescritto, sottoponendolo all'approvazione da parte della D.L..

Il colore finale dovrà essere concordato con la D.L. sulla base delle tabelle di codifica RAL.

### 4.1.2 **Modalità di posa in opera**

#### 4.1.2.1 Note generali

I quadri di bassa tensione dovranno essere installati secondo le istruzioni del costruttore, con

completa accessibilità per le operazioni di manutenzione, e con sufficiente circolazione dell'aria.

Per la perfetta messa a livello, i quadri dovranno essere installati con opportuni telai di base in profilato di acciaio saldato e verniciato con doppia mano di fondo e una mano finale di colore nero.

Le altezze di installazione, rispetto al pavimento, delle apparecchiature all'interno dei quadri devono rispettare, nei limiti del possibile, le seguenti indicazioni:

strumenti di misura:	max 2 m;
dispositivi di manovra:	tra 0,8 e 1,6 m;
morsettiere:	min 30 cm.

I quadri e tutti i loro componenti dovranno essere installati in modo tale da evitare reciproche influenze con altre apparecchiature, che possano determinare declassamenti.

#### 4.1.2.2 Condizioni ambientali

I quadri elettrici di bassa tensione dovranno essere in grado di funzionare nelle seguenti condizioni:

installazione:	all'interno;
ambiente:	normale;
temperatura ambiente massima:	40°C;
temperatura ambiente minima:	5°C;
umidità relativa:	50% a 40°C.

### 4.1.3 Prove, controlli e certificazioni

#### 4.1.3.1 Prove di accettazione presso il costruttore

Le prove in officina presso il Costruttore dovranno essere eseguite nel rispetto di quanto previsto dalle norme di prodotto. L'Appaltatore dovrà avvisare la Stazione Appaltante circa la data di effettuazione delle prove la quale si riserverà il diritto di presenziare alle prove stesse.

Dovranno essere eseguite le seguenti prove di accettazione:

- conformità al progetto;
- verifica dati di targa e caratteristiche nominali;
- esame a vista per quanto riguarda:
  - tipologia e classificazione del quadro;
  - grado di protezione esterno (incluso il fondo) e interno (tra le celle);
  - protezione contro i contatti diretti e indiretti;
  - provvedimenti contro il guasto interno;
  - cablaggio (tipologia dei conduttori e delle morsettiere);

- serraggio conduttori;
- identificazione delle apparecchiature interne, dei conduttori, dei terminali e delle morsettiere;
- identificazione e segnalazione di apparecchi che possono mantenere cariche pericolose dopo il loro sezionamento;
- provvedimenti per una corretta aerazione delle apparecchiature di protezione;
- sezioni sbarre, conduttori, giunzioni, isolatori, ecc.;
- tarature interruttori e fusibili di protezione;
- dimensioni costruttive (conformità ai disegni costruttivi);
- collegamenti di terra;
- verifica funzionale degli interblocchi meccanici;
- prova di tensione applicata a frequenza industriale del circuito principale;
- prova di tensione applicata dei circuiti ausiliari e di comando;
- verifica dei limiti di sovratemperatura;
- prove di funzionamento meccanico;
- prova dei dispositivi ausiliari elettrici:
- funzionalità dei circuiti di apertura e chiusura;
- funzionalità del sistema di carica molle (eventuale);
- lettura e controllo strumentazione;
- protezioni;
- verifica cablaggio contatti ausiliari;
- verifica interblocchi elettrici;
- verifica segnalazioni luminose di "stato" e di "allarme";
- verifica di continuità del circuito di protezione e relativo dimensionamento.

Quando richiesto dagli altri documenti di progetto, dovranno inoltre essere eseguite le seguenti prove di tipo indicate su almeno un quadro:

- verifica della tenuta al corto circuito;

Il collaudo in officina dovrà essere documentato da un certificato allegato ad ogni quadro elettrico che attesti le prove effettuate e i relativi risultati.

Inoltre l'Appaltatore dovrà fornire le certificazioni attestanti il superamento, da parte di una apparecchiatura di analoghe caratteristiche, delle prove di tipo previste dalle norme.

#### 4.1.3.2 Prove di accettazione in cantiere

Tutti i quadri elettrici consegnati in cantiere dovranno essere provvisti di dichiarazione di conformità alle specifiche norme, e relativo certificato di collaudo in officina che attesti le prove e la verifica delle prestazioni richieste indicate negli elaborati di progetto. La presenza di tale documento è una delle condizioni essenziali per l'accettazione in cantiere. Copie dei certificati dovranno essere consegnate alla DL mentre gli originali dovranno essere conservati dall'installatore e consegnati con la documentazione finale di tutti gli impianti.

Prima della fase di accettazione dovranno essere eliminate tutte le anomalie eventualmente riscontrate nel collaudo in officina che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame della documentazione redatta dal costruttore;
- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato dell'apparecchiatura con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili quali ammaccature e aggiustamenti non conformi a quanto esaminato o precedentemente concordato con il costruttore.

#### 4.1.3.3 Prove e controlli iniziali

Dopo la posa in opera e prima della messa in funzione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista per quanto riguarda:
  - l'assenza di danneggiamenti;
  - la corretta identificazione dell'apparecchiatura;
  - il corretto collegamento dei circuiti di potenza e ausiliari completi delle identificazioni dei conduttori conformi a quanto indicato nel presente elaborato;
  - la pulizia da polvere e rimasugli di lavorazione in ogni parte interna ed esterna dell'apparecchiatura;
- prova di tenuta in tensione alla frequenza industriale (qualora il quadro sia stato riassembleato a seguito del trasporto in cantiere);
- prova di tenuta di tutti i serraggi e collegamenti di potenza e ausiliari;
- esame e regolazione delle tarature dei dispositivi di protezione di ciascun interruttore sulla base degli assorbimenti di corrente delle apparecchiature installate a valle ovvero della relazione di calcolo sulle linee;
- analisi della selettività dei dispositivi di protezione.

Successivamente alla messa in funzione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- funzionamento delle segnalazioni ottiche;
- funzionamento degli ausiliari;
- prova di sgancio di emergenza (ove presente);
- verifica di funzionamento dei dispositivi differenziali alla corrente di guasto I<sub>dn</sub>;
- verifica di congruità con gli schemi costruttivi.

#### 4.1.3.4 Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

## 4.2 Cavi

### 4.2.1 **Caratteristiche tecniche generali**

#### 4.2.1.1 Generalità

I cavi utilizzati negli impianti elettrici dovranno essere di primaria marca.

La scelta delle sezioni dei conduttori dovrà basarsi sulle seguenti considerazioni:

- il valore massimo di corrente transitante nei conduttori non dovrà eccedere l'80% della loro portata stabilita secondo le tabelle CEI-UNEL per le condizioni di posa stabilite;
- la massima caduta di tensione a valle del quadro generale fino all'utilizzatore più lontano dovrà essere minore del 4%, salvo i valori prescritti per impianti particolari;
- la massima caduta di tensione ammessa ai morsetti di utenze motore, dovrà essere pari al 5% nel funzionamento continuo a pieno carico e del 15% in fase di avviamento;
- la protezione delle condutture contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti.
- La sezione minima dei conduttori, salvo prescrizioni particolari dovrà essere:
- per i circuiti di segnalazione ed assimilabili 1 mm<sup>2</sup>;
- per i circuiti luce ed ausiliari 1,5 mm<sup>2</sup>;
- per i circuiti FM 2,5 mm<sup>2</sup>.
- I colori dei cavi di energia, dovranno essere i seguenti:
- fase R nero
- fase S grigio
- fase T marrone
- neutro azzurro
- terra giallo verde

Non sarà ammesso l'uso dei colori azzurro e giallo verde per nessun altro servizio, nemmeno per



gli impianti ausiliari.

#### 4.2.1.2 Designazione dei cavi

Negli schemi elettrici, 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;
- cavo FG10OM1 0,6/1 kV 3G25: cavo multipolare a tre conduttori di sez.25 mm<sup>2</sup> di cui uno giallo-verde, tensione nominale 0,6/1 kV.

### 4.2.2 **Modalità di posa in opera**

#### 4.2.2.1 Note generali

La posa dei cavi dovrà essere eseguita seguendo scrupolosamente le indicazioni del costruttore.

I cavi potranno essere installati secondo le modalità di posa previste dalla norma CEI 64-8.

I cavi lungo il percorso non dovranno presentare giunzioni intermedie. Saranno ammesse giunzioni di conduttori solamente nelle cassette e nei quadri e con appositi morsetti di sezione adeguata; non saranno accettate giunzioni nelle passerelle portacavi.

Il raggio di curvatura dei cavi dovrà tenere conto di quanto specificato dai costruttori.

La sezione dei conduttori delle linee principali e dorsali dovrà rimanere invariata per tutta la loro lunghezza.

#### 4.2.2.2 Posa dei cavi entro passerelle e canali

I cavi entro passerelle o canali 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 le sezioni 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.

Nei tratti verticali i cavi dovranno essere ancorati alle passerelle con passo 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 dovranno essere 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.

#### 4.2.2.3 Posa dei cavi interrati

La posa di cavi interrati dovrà essere eseguita nel rispetto delle norme CEI 11-17.

I cavi interrati dovranno essere posati entro tubazioni o cunicoli predisposti allo scopo e idonei a sopportare le sollecitazioni esterne.

La temperatura di posa non dovrà essere inferiore a 0° C per cavi isolati in PVC e -25° C per cavi isolati in materiali elastomerici.

La forza di trazione necessaria durante l'infilaggio di cavi in rame dovrà essere esercitata sui conduttori e non sull'isolamento e non dovrà essere maggiore di 60 N/mm<sup>2</sup>.

Per garantire un'azione di tiro costante e senza strappi si dovrà effettuare tale operazione mediante argani a controllo di trazione; inoltre per facilitare tali operazioni dovranno essere utilizzati appositi rulli che permettano di ridurre lo sforzo, garantire il raggio minimo di curvatura del cavo ed evitare danneggiamenti o malformazioni all'isolamento e al conduttore.

La posa di cavi di energia in tubo isolante e in vicinanza di altri cavi, tubazioni metalliche, serbatoi e cisterne di carburante dovrà rispettare le seguenti distanze:

- $\geq 0,3$  m negli incroci con cavi interrati per telecomunicazioni ovvero tubazioni metalliche;
- $\geq 0,3$  m in caso di percorsi paralleli tra cavi di energia e di telecomunicazioni ovvero

tubazioni metalliche;

- $\geq 1,0$  m in caso di vicinanza a serbatoi contenuti liquidi o gas infiammabili;
- $\geq 0,5$  m negli incroci o percorsi paralleli con tubazioni di gasdotti interrati.

Per posa in tubazioni interrate o in cunicoli, dovrà essere sigillato l'ingresso con riempitivi.

#### 4.2.2.4 Siglatura

Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo leggibile e permanente, in modo da consentirne l'individuazione.

Le siglature dovranno essere conformi alle norme CEI 16-7 art. 3, e realizzate con anelli o tubetti porta-etichette, oppure tubetti pre-siglati o termorestringenti.

Le siglature dovranno essere applicate:

- su entrambe le estremità;
- in corrispondenza di ogni cassetta di derivazione;
- ogni 20 m lungo le passerelle e scale porta cavi;
- in corrispondenza di ogni cambio di percorso.

La sigla dovrà riportare il numero di identificazione del circuito.

Dovranno essere siglati anche tutti i conduttori degli impianti ausiliari in conformità agli schemi funzionali costruttivi.

Per ogni linea di potenza facente capo a morsetti entro quadri elettrici la siglatura dovrà essere eseguita come segue:

- siglatura della linea sul morsetto e sul conduttore;
- siglatura della fase (RSTN), sul singolo conduttore e sul morsetto.

#### 4.2.2.5 Connessioni terminali

Le connessioni terminali dei cavi comprenderanno la formazione delle terminazioni ed il collegamento ai morsetti.

Le terminazioni dovranno essere 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.

Nel caso di cavi multipolari, la guaina dovrà essere opportunamente rifinita nel punto di taglio con manicotti termorestringenti.

Per le connessioni dei cavi siano essi 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.

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, oppure si dovranno utilizzare appositi pressacavi, in modo da evitare sollecitazioni sui morsetti di quadri o cassette, ecc.

#### **4.2.3 Prove, controlli e certificazioni**

##### **4.2.3.1 Prove di accettazione in cantiere**

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

##### **4.2.3.2 Prove e controlli iniziali**

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista per quanto riguarda:
  - la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
  - la separazione, ove prevista, di circuiti con tensioni non compatibili ovvero funzioni diverse, nel rispetto della normativa e delle prescrizioni di progetto;
  - l'assenza di danneggiamenti;
  - il corretto collegamento dei circuiti completi delle identificazioni dei conduttori conformi a quanto indicato nel presente elaborato;
- prova di tenuta di tutti i serraggi e connessioni;
- verifica resistenza isolamento (F/F, F/N, F/T, N/T) sui cavi BT con tensione nominale  $U_0/U$ : 450/750 V: 500 Vc.a. per 1 minuto, sulle singole linee: valore minimo 0,5 M $\Omega$ ;
- verifica resistenza isolamento (F/F, F/N, F/T, N/T) sui cavi BT con tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV: 1000 Vc.a. per 1 minuto, sulle singole linee: valore minimo 1 M $\Omega$ ;

- verifica resistenza isolamento sui cavi MT: tensione applicata per 15 minuti, pari a 4 U<sub>0</sub>, sulle singole linee.

Successivamente alla alimentazione e messa in funzione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- misure di impedenza dell'anello di guasto e relativi valori di corrente di c.to effettuate sia sul quadro generale di BT che a valle dei circuiti più rappresentativi definiti dalla DL e nelle diverse condizioni di alimentazione (da rete normale e da rete di emergenza);
- verifica di rispondenza dei circuiti alle denominazioni presenti nei quadri elettrici.

#### 4.2.3.3 Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

### 4.3 Passerelle e canali portacavi

#### 4.3.1 **Caratteristiche tecniche generali**

##### 4.3.1.1 Generalità

Passerelle e canali dovranno essere costituiti da elementi componibili, così che la loro messa in opera non richieda operazioni di saldatura, ma solo tagli e forature.

Tutti i pezzi speciali (curve, incroci, derivazioni, riduzioni, setti separatori, ecc.) dovranno essere di tipo prefabbricato con le stesse caratteristiche dei tratti rettilinei.

I sostegni dovranno essere di tipo prefabbricato, di materiale e con zincatura conforme alla passerella o canale; dovranno essere sempre previsti nei punti di diramazione, dove iniziano i tratti in salita o in discesa e alle estremità delle curve. I sostegni dovranno assicurare ai canali una completa rigidità in tutti i sensi e non dovranno subire né forature, né altra lavorazione dopo il trattamento di protezione superficiale.

La viteria e bulloneria dovrà essere in acciaio inossidabile con testa a goccia e sottotesta quadra; si esclude l'uso di rivetti. Non sarà consentito l'uso di viti autofilettanti o precarie molle esterne.

Per la separazione tra reti diverse dovranno essere usati divisori in lamiera di acciaio posti su tutta la lunghezza della canalizzazione, comprese le curve, le salite e discese, gli incroci e le derivazioni; i divisori dovranno essere provvisti di forature o asolature idonee per il fissaggio ai canali ma non dovranno presentare aperture sulla parete di separazione dei cavi.

I coperchi dovranno avere i bordi ripiegati privi di parti taglienti; il fissaggio alla passerella dovrà avvenire preferibilmente per incastro o tramite ganci di chiusura innestati sul coperchio.

La zincatura non dovrà presentare macchie nere, incrinature, vaiolature, scaglie, grumi, scorie o

altri analoghi difetti.

Qualora i canali fossero verniciati con polveri in resina epossidica, dovranno essere corredati di idonee aree di collegamento, opportunamente contrassegnate, esenti da verniciatura, onde poter effettuare il collegamento equipotenziale e garantire la continuità metallica.

La verniciatura dei componenti zincati dovrà essere effettuata dopo aver trattato gli stessi con una doppia mano di fondo di "aggrappante"; la verniciatura finale dovrà essere poi effettuata con una doppia mano di prodotto a base di resine epossidiche con il colore che sarà concordato in sede di DL.

Il dimensionamento delle passerelle e dei canali dovrà essere studiato in relazione ai quantitativi di cavi da posare.

#### **4.3.2 Modalità di posa in opera**

Il montaggio di passerelle e canali dovrà essere eseguito seguendo scrupolosamente le indicazioni del costruttore.

Le staffe e le mensole dovranno essere opportunamente dimensionate con i canali supposti con il massimo contenuto consentito di cavi; a tal fine si dovranno presentare alla DL, prima della loro installazione, i calcoli atti a stabilire il tipo di mensole e la loro interdistanza. In ogni caso l'interdistanza massima consentita sarà di 2 m e comunque tale che la freccia d'inflessione non risulti superiore a 5 mm.

Il collegamento tra supporti e passerelle dovrà essere realizzato con viti e dadi; non sono accettate saldature.

I collegamenti tra i vari elementi di passerella o canale dovranno essere realizzati con giunti fissati con viti; non sono accettate saldature.

Tutti gli eventuali tagli effettuati su passerelle e canali metallici non dovranno presentare sbavature e parti taglienti; dopo le lavorazioni di taglio o foratura, si dovrà provvedere a ripristinare il tipo di zincatura o verniciatura adeguata e proteggere eventualmente il taglio con guarnizioni opportune.

Nel caso di passerelle in filo d'acciaio le parti tagliate dovranno essere ripristinate con dei punti di saldatura e successivamente ripristinato il tipo di zincatura o verniciatura; inoltre i bordi dovranno essere mantenuti per tutto lo sviluppo. Non è pertanto consentita la rimozione degli stessi in alcun caso (curve, sormonti, derivazioni, calate, incroci, ecc.).

I fori e le asolature effettuate sulle passerelle e sui canali per l'uscita dei cavi verso le cassette di derivazione, dovranno essere opportunamente rifiniti con passacavi in gomma o guarnizioni in materiale isolante.

Gli eventuali spigoli vivi dovranno essere smussati o protetti in modo da evitare di danneggiare le

guaine dei cavi, in particolare durante la posa.

Ove previsto le cassette di derivazione dovranno essere fissate preferibilmente sull'ala della passerella o canale.

Dovrà essere sempre garantita la continuità elettrica delle passerelle metalliche.

Qualora i canali fossero verniciati con polveri in resina epossidica, dovranno essere corredati di idonee aree di collegamento, opportunamente contrassegnate, esenti da verniciatura, onde poter effettuare il collegamento equipotenziale e garantire la continuità metallica.

Dovranno essere adottati opportuni accorgimenti atti a garantire l'assorbimento delle eventuali dilatazioni lineari.

Le passerelle e i canali per fonia-dati dovranno essere distanziate di almeno 300 mm dalle altre.

Se installati sotto pavimento galleggiante, passerelle e canali dovranno essere distanziati dal pavimento grezzo di almeno 20 mm per evitare fenomeni di corrosione e garantire un adeguato passaggio di aria.

Le passerelle e i canali dovranno essere posati in posizione tale da assicurare comunque la sfilabilità dei cavi e l'accessibilità agli stessi, e tale da evitare che la prossimità di altri componenti impiantistici possa portare ad un declassamento delle caratteristiche nominali.

Le passerelle dovranno essere dotate di coperchio nei seguenti casi:

- passerelle installate in zone di passaggio ad altezza inferiore ai 2,5 m;
- in tutti i casi indicati sui documenti e disegni di progetto.

Le passerelle e i canali dovranno essere contrassegnati, almeno ogni 5 m e in corrispondenza dei cambi di percorso, con targhette colorate in tela adesiva, ovvero con piastrine 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:

- rosso: reti di MT;
- blu: reti di BT;
- giallo: circuiti impianto di illuminazione di sicurezza;
- bianco: impianti di comunicazione (telefonico, interfonico, TD);
- grigio: impianti di diffusione sonora, chiamata, orologi elettrici;
- arancio: impianti di sicurezza (rivelazioni fumi, controllo accessi, TVCC, ecc.);
- nero: alimentazione da gruppo elettrogeno.

Le targhette o le piastrine 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, nei cavedi elettrici e nel locale cabina; qualora i quadri si trovino fuori da locali dedicati, le tabelle dovranno essere poste nell'apposita tasca porta schemi all'interno dei quadri stessi.

### **4.3.3 Prove, controlli e certificazioni**

#### **4.3.3.1 Prove di accettazione in cantiere**

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

#### **4.3.3.2 Prove e controlli iniziali**

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista per quanto riguarda:
  - la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
  - l'assenza di danneggiamenti e l'utilizzo corretto delle parti accessorie senza modifiche concordate precedentemente con la DL;
  - la corretta identificazione conforme a quanto indicato nel presente elaborato;
  - l'idoneità delle connessioni equipotenziali;
  - l'assenza di parti taglienti o che possano provocare danni alle persone durante normale utilizzo e nel caso di manutenzione;
  - la pulizia da polvere e da rimasugli di lavorazione.
- verifica strumentale:
  - continuità della messa a terra in più punti e su tutti i cavidotti metallici.

#### **4.3.3.3 Documentazione delle prove in cantiere**

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.



#### **4.4     Tubi protettivi**

##### **4.4.1     Caratteristiche tecniche generali**

###### **4.4.1.1     Generalità**

I tubi protettivi, di qualunque materiale siano, dovranno essere espressamente prodotti per impianti elettrici e dovranno risultare privi di sbavature alle estremità e privi di asperità taglienti lungo le loro generatrici interne ed esterne.

I tubi dovranno avere idonei raccordi di giunzione ed accessori, onde ottenere il grado di protezione richiesto.

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 saranno 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 tali da garantire il grado di protezione richiesto; non saranno 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 sarà ammessa la raccorderia flessibile o con innesto a scatto.

In ogni caso non sarà ammesso l'impiego di derivazioni a "T".

##### **4.4.2     Modalità di posa in opera**

###### **4.4.2.1     Note generali**

Il montaggio dei tubi dovrà essere eseguito seguendo scrupolosamente le indicazioni del costruttore.

I tubi dovranno essere posati con percorso regolare e senza accavallamenti.

All'interno degli edifici i tubi dovranno essere messi in opera parallelamente alle strutture, sia sui piani orizzontali che su quelli verticali (non saranno ammessi percorsi diagonali).

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.

Per qualsiasi tipo di posa dovrà essere prevista in modo tassativo e rigoroso l'assoluta sfilabilità dei conduttori dai tubi in qualunque momento; si dovranno installare cassette rompitratta per soddisfare questo requisito (almeno una ogni 10 metri ed in corrispondenza di ogni brusco cambio

di direzione).

La curvatura dei tubi non dovrà mai avere raggio inferiore a 10 volte il diametro della sezione del cavo maggiore.

Non sarà ammesso utilizzare lo stesso tubo per cavi con servizi diversi e con tensione di riferimento differente.

Salvo prescrizioni particolari il diametro esterno minimo dei tubi dovrà essere di 20 mm.

I diametri indicati nei documenti di progetto con un solo numero si riferiscono al diametro esterno.

Il diametro interno dei tubi dovrà essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in essi contenuti.

Non si dovrà transitare con tubi protettivi in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione del gas e di ammararsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche.

I tubi previsti vuoti dovranno comunque essere dotati di fili pilota in materiale non soggetto a ruggine.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione delle costruzioni dovranno essere usati particolari accorgimenti, quali tubi flessibili o doppi manicotti.

#### 4.4.2.2 Posa in opera di tubi pieghevoli in materiale isolante

Per le tubazioni pieghevoli in materiale isolante non saranno ammesse giunzioni lungo tutto il tratto di tubo.

Nella posa ad incasso, nei tratti a pavimento, i tubi, prima di essere ricoperti con malta, dovranno essere ben fissati tra loro ed alla soletta, onde evitare successivi spostamenti durante la copertura per i lavori di ultimazione del pavimento.

Nella posa in vista e nei controsoffitti i tubi dovranno essere fissati con appositi sostegni in materiale plastico od in acciaio cadmiato, posti a distanza opportuna ed applicati alle strutture con tasselli ad espansione o fissati con viti o saldatura su sostegni già predisposti, con interdistanza massima di 1 m. Le giunzioni tra tubazioni e l'ingresso dei tubi nelle cassette dovranno avvenire attraverso appositi raccordi idonei al grado di protezione richiesto.

L'uso di tubi pieghevoli, nella posa in vista, sarà in generale consentito per i tratti terminali dei circuiti, come tra cassette di dorsale ed utenze finali.

#### 4.4.2.3 Posa in opera di tubi rigidi in materiale isolante

Il fissaggio in vista alle pareti dei tubi rigidi in materiale isolante 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.

#### 4.4.2.4 Posa in opera di tubi rigidi in materiale metallico

I tubi metallici dovranno essere fissati mantenendo un certo distanziamento dalle strutture, in modo che possano essere effettuate agevolmente le operazioni di riverniciatura per manutenzione e sia assicurata una sufficiente circolazione di aria.

I sostegni dovranno essere dimensionati per sostenere il peso complessivo corrispondente ai tubi previsti, supposti con il massimo contenuto consentito di cavi.

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

Nel caso di impiego di tubi metallici con cavi a semplice isolamento, dovrà essere garantita la continuità elettrica tra loro e con le cassette metalliche; qualora queste ultime fossero in materiale plastico dovrà essere realizzato un collegamento tra i tubi ed il morsetto interno di terra.

#### 4.4.2.5 Posa nel terreno

Nel caso di posa nel terreno di tubi in materiale isolante, dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- le tubazioni dovranno sempre essere posate ad una profondità di almeno 0,5 m (comunque in relazione ai carichi transitanti in superficie);
- la posa dovrà avvenire in un letto di sabbia o terra vagliata; il riempimento fino alla superficie dovrà avvenire con materiale di risulta o ghiaia;
- nei tratti, ove sia prevedibile il transito di automezzi, dovranno essere protetti con copponi in calcestruzzo vibrato, ovvero con getto di calcestruzzo magro; gli incroci di cavidotti diversi dovranno essere protetti con getto di calcestruzzo magro;
- dovrà essere steso a 30 cm sopra la tubazione un nastro avvisatore in polietilene, riportante la dicitura o del colore definito in sede di DL;
- le giunzioni sulle tubazioni dovranno essere sigillate con apposito collante per garantire la ermeticità dalla tenuta seguendo rigorosamente le prescrizioni indicate dal produttore;
- eventuali giunti per tubi rigidi dovranno essere di tipo “a bicchiere” sigillati con apposito collante o di tipo filettato per evitare lo sfilamento e le infiltrazioni di acqua; le giunzioni e gli imbocchi dovranno inoltre essere particolarmente curati onde evitare ostacoli allo

scorrimento dei cavi;

- la distanza delle tubazioni elettriche dagli altri impianti dovrà essere conforme a normativa; in particolare la distanza da gasdotti dovrà essere di almeno 0,5 m;
- in corrispondenza dei cambiamenti di direzione e ad intervalli non superiori a 25 m dovranno essere previsti dei pozzetti di ispezione;
- i tratti rettilinei orizzontali dovranno essere posati con pendenza verso uno dei pozzetti di almeno 0,04% (pari a 1 cm di altezza tra la base dei due imbocchi del tubo su una lunghezza di 25 m) per evitare il ristagno dell'acqua all'interno del tubo; i tratti entranti nel fabbricato dovranno essere posati con pendenza verso l'esterno per evitare l'ingresso dell'acqua;
- le estremità dei tubi in ingresso e uscita dal fabbricato dovranno essere chiuse con tappo e sigillate con un passacavo stagno;
- i tubi vuoti dovranno essere corredati di filo pilota in acciaio zincato di adeguata robustezza e chiusi con tappi filettati e lasciati tappati anche dopo la fine dei lavori.

#### **4.4.3 Prove, controlli e certificazioni**

##### **4.4.3.1 Prove di accettazione in cantiere**

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

##### **4.4.3.2 Prove e controlli iniziali**

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista per quanto riguarda:
  - la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
  - l'assenza di danneggiamenti e l'utilizzo corretto delle parti accessorie senza modifiche concordate precedentemente con la DL;
  - la corretta identificazione conforme a quanto indicato nel presente elaborato;
  - l'idoneità delle connessioni equipotenziali;
  - l'assenza di parti taglienti o che possano provocare danni alle persone durante

normale utilizzo e nel caso di manutenzione;

- la pulizia da polvere e da rimasugli di lavorazione;
- verifica strumentale:
  - continuità della messa a terra in più punti e su tutti i cavidotti metallici.
  -

#### 4.4.3.3 Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

### 4.5 Cassette, contenitori

#### 4.5.1 **Caratteristiche tecniche generali**

##### 4.5.1.1 Generalità

Le cassette dovranno essere utilizzate per la giunzione di cavi, per la derivazione di un ramo di linea da una linea principale, oppure come "rompitratta", per permettere il passaggio dei cavi per tratti lunghi e per repentini cambi di direzione.

Le cassette dovranno avere dimensioni tali che le connessioni e i cavi non debbano occupare più del 50% del volume interno delle cassette stesse ed evitare inoltre schiacciamenti o curvature forzate dei cavi e rigonfiamenti del coperchio.

Tutte le cassette dovranno avere il coperchio fissato con viti.

Le cassette dovranno avere idonei raccordi di giunzione alle tubazioni e idonee guarnizioni, onde ottenere il grado di protezione richiesto.

##### 4.5.1.2 Cassette e scatole in materiale termoplastico

I contenitori dovranno essere di materiale termoplastico pesante di tipo autoestinguente ottenuti in unica fusione ed avere accessori e guarnizioni che garantiscano il grado di protezione e la classe d'isolamento prescritti e che comunque non diminuiscano il livello di tensione d'isolamento dei cavi.

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

##### 4.5.1.3 Cassette e scatole metalliche

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

Le superfici interne dovranno essere trattate con vernici anticondensa a base di resine assorbenti, senza fibre sintetiche di vellutazione.

L'interno delle cassette dovrà avere opportune predisposizioni (perni filettati, profilati speciali, contropiastre, ecc.) per il montaggio delle apparecchiature.

Le cassette dovranno 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 la connessione di terra esterna e 2,5 mm<sup>2</sup> per quella interna.

Nel caso di cassette in lamiera di acciaio inox, i morsetti di terra (completi di viti di fissaggio in acciaio) dovranno essere saldati alla cassetta stessa. Inoltre dovranno essere provviste 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.

#### 4.5.1.4 Casette e scatole metalliche resistenti al fuoco

Le cassette di derivazione resistenti al fuoco dovranno garantire la continuità di esercizio della linea per almeno 2 ore a 750°C.

Le cassette dovranno essere di costruzione metallica con superfici interne trattate con vernici anticondensa a base di resine assorbenti, senza fibre sintetiche di vellutazione.

I pressacavi dovranno essere di tipo metallico in numero tale da consentire l'ingresso e uscita di conduttori senza effettuare forature o lavorazioni in cantiere.

#### 4.5.1.5 Coperchi e guarnizioni di cassette

I coperchi dovranno essere 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.

Le guarnizioni dovranno essere del tipo anti-invecchiante al neoprene o al silicone.

#### 4.5.1.6 Morsettiere di derivazione all'interno di cassette

All'interno delle cassette poste lungo le dorsali le morsettiere dovranno essere in poliammide 6.6, di tipo fisso e componibili (tranne per le cassette di derivazione resistenti al fuoco), mentre nelle cassette poste all'interno dei vari locali dovranno essere in policarbonato, di tipo "compatto", unipolari a più vie.

Nelle cassette resistenti al fuoco, le morsettiere interne dovranno essere di tipo ceramico e complete 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; inoltre dovranno essere corredate di portafusibile di tipo ceramico completo di fusibile sul conduttore di fase derivato.

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.

I morsetti di terra e di neutro dovranno essere contraddistinti con apposite targhette.

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

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

#### **4.5.2 Prove, controlli e certificazioni**

##### **4.5.2.1 Prove di accettazione in cantiere**

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.
- 

##### **4.5.2.2 Prove e controlli iniziali**

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti esami a vista per quanto riguarda:

- la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
- l'assenza di danneggiamenti e l'utilizzo corretto delle parti accessorie senza modifiche concordate precedentemente con la DL;
- la corretta identificazione conforme a quanto indicato nel presente elaborato;
- l'idoneità delle connessioni equipotenziali;
- la pulizia da polvere e da rimasugli di lavorazione.

#### 4.5.2.3 Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

### 4.6 Apparecchi per il monitoraggio dei consumi elettrici

#### 4.6.1.1 Caratteristiche generali

Strumento adatto per l'analisi, il monitoraggio e la registrazione dei parametri elettrici di una rete elettrica.

Tutti i dati rilevati sono visualizzabili a display, memorizzabili su memoria RAM interna e trasmessi a PC remoto via seriale RS232/485 (standard) purché il relativo software di gestione sia stato installato. È possibile gestire l'eventuale distacco carichi con n°2 uscite digitali o allarmi o ri-emissione impulsi.

Il dispositivo dovrà disporre di analisi FFT delle armoniche permettendo la visualizzazione e la misura del contenuto armonico della rete (fino alla 31ma), utile per la localizzazione dei disturbi nella rete elettrica.

Fondamentale caratteristica è inoltre quella di essere facilmente espandibile con opportuni moduli e con firmware interno aggiornabile via seriale utilizzando la tecnologia flash.

Tutti i parametri sono visualizzati su display LCD grafico retro-illuminato da 128x128 punti.

Le modalità di visualizzazione e programmazione sono eseguibili attraverso tastiera frontale con 5 tasti.

#### 4.6.1.2 Normative riferimento

EMISSIONI = EN 50081-1, 1992 - EN 55022-CLASSE B CISPR 22

IMMUNITA' = EN 50082-2, 1992 - EN 61000-6-2

SICUREZZA = EN 61010-1

#### 4.6.1.3 Specifiche generali

**Alimentazione ausiliaria** 85 - 265 V 50/60 Hz/cc.

**Tensione di isolamento** 3700 Vac rms per 1 minuto.

**Ingressi voltmetrici** 3 ingressi, range 10-600Vrms fase-fase.

Sovraccarico permanente fino a 750 Vca, oltre questo valore é necessario utilizzare un trasformatore di tensione.

**Categoria di sovra tensione:** III (installazione fissa)

**Grado d'inquinamento:** 2 (normalmente non conduttivo; temporaneamente conduttivo causato da condensazione).



**Resistenza d'ingresso:** >2 MΩ.

**Carico:** 0.2 VA.

**Ingressi di corrente**

- 3 ingressi isolati (TA interni) range 10mA-5A rms
- Sovraccarico 10A (100A per 1 secondo)
- Carico 0.2 VA

**Uscite seriali**

Standard: N°1 uscita RS485 e N°1 RS232 (isolata half duplex, segnale Tx/Rx, Gnd).

Opzione: N°1 seconda RS485 (l'opzione mette a disposizione due morsetti con uscita 0 - 5V isolata galvanicamente).

Baud rate programmabile da 1.200 a 19.200 bps.

Protocolli di comunicazione: standard ASCII e MODBUS-RTU.

**Segnali in ingresso**

Standard: N°2 ingressi opto-isolati passivi (1000 V), 12 - 24 Vcc.

Opzione: N°4 ingressi opto-isolati passivi (1000 V), 12 - 24 Vcc (totale 6 ingressi).

**Segnali in uscita**

Standard: N°2 uscite photomos 12-230 Vca-cc / 150mA max oppure N°2 uscite Relè (a richiesta).

Opzioni: N°2 uscite photomos 12-230 Vca-cc / 150mA max oppure N°1 uscita analogica 0-20 o 4-20 mA con isolamento galvanico.

**Memoria ritenzione dati**

RAM: 128 Kbytes (utilizzabili 80KB); per ANR96-P : 1 Mbyte (completamente utilizzabile).

Memoria dati non volatile mediante batteria tampone interna.

Ritenzione dati: 5 anni (tipico) a +25°C (77°F).

Variabili memorizzabili: Potenze medie, valori min/max, componenti armoniche (opzione), campioni generici.

**Interfaccia display**

LCD grafico 128x128 punti ad alto contrasto (regolabile) e con retro-illuminazione a LED.

Dimensioni 50x50mm.

**Interfaccia tastiera** 5 tasti per programmazioni e cambio pagina.

**Temperatura di funzionamento** Da -10°C (14°F) a +50°C (122°F).

**Umidità relativa** 90% non condensata.

**Grado di protezione standard** IP 65 con guarnizione

**Range di misura** 30-500Hz

**Metodo di misura** 64 campioni per periodo per V1 e I1, V2 e I2, V3 e I3. Intervallo di misura 0,1

secondi.

**Precisione strumento**

Tensione <0.5%

Corrente <0.5%

Potenza <1%

Energia <1%

Fattore di potenza <1%

Standard EN61036

**Frequenza di campionamento** 45 Hz=2280 o a 60 Hz = 3,88kHz.

Autoregolazione dello zero

Offset 0,1 secondi.

RTC - REAL TIME CLOCK

Precisione: 5 ppm, standard CEI-EN 61038.

**Parametri programmabili**

Rapporto TA e TV. - Modo di inserzione (4 Fili, 3 Fili, Aron).

Tempo di integrazione per il calcolo delle medie.

Frequenza di sincronismo.

Indirizzo o numero logico dello strumento.

Data e ora.

Fasce orarie dei consumi di energia nei diversi periodi.

Sezione memorizzazione (Min/max, Armoniche, Potenze medie e valori generici).

Tutti i parametri riguardanti le uscite ed ingressi anche con le schede di espansione (porte seriali, uscite analogiche, ingressi e uscite digitali).

Preset contatori energia

**Variabili misurate** Tensione di linea (rms); Corrente di linea (rms); Frequenza f(hz); Temperatura t(°c); Variabili calcolate

**Variabili calcolate** Tensione concatenata (rms); Tensione sistema trifase (rms); Corrente sistema trifase (rms); Corrente sistema trifase media; Corrente sistema trifase massima media; Corrente di linea media; Corrente di linea massima media; Corrente di neutro; Corrente di neutro media; Corrente di neutro massima media; Fattore di potenza; Fattore di potenza sistema trifase; Potenza apparente; Potenza attiva; Potenza reattiva; Potenza attiva media; Potenza reattiva media; Energia attiva acquisita; Energia attiva trasferita; Energia reattiva induttiva; Energia reattiva capacitiva; Distorsione armonica totale - thd% di corrente e tensione; Analisi armonica; Analisi delle componenti armoniche (fino alla 31ma) sia di tensione sia di corrente.

#### 4.7 **Apparecchi illuminanti a LED pista 1**



Proiettori appositamente studiati per applicazioni sportivi con principio di modularità.

Corpo Lampada: Costituito da profilo in estruso di alluminio anodizzato 15mic, per un ottimale smaltimento del calore. Colore argento

Cornice, meccanica posteriore, staffe e bulloneria in INOX

Temperatura del colore: 3000K-4000k-6000K

Connettore rapido precablato

Potenza di targa: 400W

Flusso luminoso: 49720 (lm)

Peso: 15.5 kg

Staffa di installazione

Schermo: Lexan

CRI: >70

Durata >50000 ore

Fattore di potenza: 0.9

Tensione di ingresso: 100-240 Vac – 50/60Hz

Classe di isolamento I

Temperatura operativa: da -30 a + 50 °C

Rischio Fotobiologico: Esente (norma CEI EN 62471-2010)

Attacco orientabile

#### 4.8 **Apparecchi illuminanti di scena pista 1**

##### 4.8.1.1 **Apparecchio Illuminante tipo Globos a testa mobile**



##### **Sorgente luminosa:**

Lampada a scarica ad arco stretto con parabola integrata 280W

Durata minima della lampada: 2.000 ore in modalità standard (280 W),  
3.000 ore in modalità eco

(230 W)

Controllo accensione: Automatica - on/off remoto; Ballast: Elettronico

##### **Emissione luminosa:**

Modalità Beam – 75.250 lx a 20 m di distanza; Modalità Spot – 82.400 lx a

5 m di distanza

Parabola dicroica integrata con la lampada

Apertura zoom: 2,5°-10° in modalità beam, 5°-20° in modalità spot

##### **Effetti elettromeccanici**

Ruota Colori: 13 posizioni dicroiche + bianco; Ruota Gobo Rotante: 9 posizioni + bianco rotanti,

Prisma 1 - circolare: 8-facce rotanti in entrambe le direzioni a velocità variabile

Prisma 2 - lineare: 6 facce rotanti in entrambe le direzioni a velocità variabile

Zoom e Focus motorizzati

Range di movimento Pan: 540°; Range di movimento Tilt: 270°

### **Interfaccia di controllo e programmazione**

Protocolli di segnale implementati: USITT DMX-512, RDM, ArtNet, MA Net, MA Net2

3 Modalità di protocollo DMX; Canali DMX di controllo: 24, 16, 30

Risoluzione del movimento Pan/Tilt resolution: 8 o 16 bit

Controllo del movimento: Tracking e vettoriale

Gestione posizionamento ruota colore: 8 o 16bit; Gestione posizionamento ruote gobo rotanti: 8

Gestione indicizzazione e rotazione gobos: 8 o 16bit; Gestione ruota gobo statica : 8 bit

Frost: 8 bit; Zoom: 8 o 16bit; Focus: 8 o 16bit; Dimmer: 8 o 16bit

Porta Ethernet: Protocollo Art-Net, MA Net, MA Net 2, ACN ready

Connessioni DMX in/out: XLR 3-pin e 5-pin

Sistema di diagnostica interno per rilievo anomalie

### **Gobos di vetro**

Diametro Esterno: 15,9 mm; Diametro Immagine: 12,5 mm; Spessore: 1.1 mm

### **Specifiche termiche:**

Massima temperatura ambiente d'utilizzo: 45 °C (104 °F)

### **Specifiche elettriche:**

Alimentazione: Alimentatore elettronico; Tensione d'alimentazione 100–240 V, 50/60 Hz

Assorbimento massimo: 470 W at 230 V / 50 Hz

### **Specifiche meccaniche:**

Altezza: 575 mm - in posizione verticale; Larghezza: 364 mm; Profondità: 250 mm

Peso: 15 Kg

### **Ancoraggio:**

Sistema di ancoraggio: 2 coppie di fori predisposte per fissaggio quick locks ¼ di giro

2x Staffe Omega di fissaggio quick locks ¼ di giro

1 foro per aggancio sicuro

#### **4.8.1.2 Apparecchio Illuminante di scena tipo Wash a testa mobile**



### **Sorgente luminosa:**

37 RGBW LED multichip

Emissione luminosa: 20.300 lx a 5m di distanza

Durata minima del LED: min. 60.000 ore

Mantenimento tipico lumen: 70% @ 60.000 ore

### **Sistema ottico ed effetti:**

Componenti ottici ad elevata efficienza luminosa

Zoom lineare motorizzato 4° – 63°

Miscelazione RGBW / CMYW ad 8-bit o 16-bit; Correzione del bianco lineare CTO; Ruota colori virtuale con: 237 colori incluso 5 tonalità di bianco (2700 K, 3200 K, 4200 K, 5600 K e 8000 K);

Controllo separato del colore per ognuno dei 3 singoli anelli

Effetto Rainbow a velocità variabile in entrambe le direzioni

Effetti Zone applicati ai 4 anelli LED in entrambe le direzioni (dall'anello interno verso l'esterno e viceversa)

Dimmer ad alta risoluzione 0–100%

Effetto strobo a velocità variabile (max. 20 flashes al secondo)

Effetti random strobo pulse pre-programmati, a velocità variabile

Effetti strobo anche sulle singole zone led

### **Interfaccia di controllo e programmazione**

Protocolli di segnale implementati: USITT DMX-512, RDM, ArtNet, MA Net, MA Net2, sACN

Canali DMX di controllo: 37, 21, 15, 10, 37

5 Modalità di protocollo DMX; 3 programmi personalizzabili di 100 scene ciascuno

Modalità Stand-alone

Porta Ethernet: Protocollo Art-Net, MA Net, MA Net 2, ACN ready

Connessioni DMX in/out: XLR 3-pin e 5-pin

Sistema di diagnostica interno per rilievo anomalie

### **Specifiche termiche:**

Massima temperatura ambiente d'utilizzo: 45 °C (104 °F)

### **Specifiche elettriche:**

Alimentatore elettronico; Tensione d'alimentazione 100–250 V, 50/60 Hz; Assorbimento massimo: 470 W at 230 V / 50 Hz

### **Specifiche meccaniche:**

Altezza: 568 mm; Larghezza: 415 mm; Profondità: 312 mm; Peso: 19,4 Kg

### **Movimento:**

Range di movimento Pan 450°; Range di movimento Tilt 300°

Risoluzione del movimento a 16 bit

Riposizionamento automatico pan/tilt in caso di spostamento accidentale

### **Ancoraggio:**

Sistema di ancoraggio: 2 coppie di fori predisposte per fissaggio quick locks ¼ di giro

2x Staffe Omega di fissaggio quick locks ¼ di giro

1 foro per aggancio sicuro

#### **4.8.1.3 Apparecchio Illuminante di scena tipo Accecatore a 4 lampade**



Dispositivo Accecatore DMX; contiene un dimmer incorporato a 2 canali e può essere controllato e regolato dal DMX.

Tensione: 240V/50 Hz

Alimentazione: 2600W

Lampada: 4 x Par 36 120V/650W (DWE)

Controllo: DMX

Dimensioni: 490 x 425 x 110 mm (LxPxA)

Peso: 7 kg

Connessioni DMX in/out: XLR 3-pin

Corpo in alluminio

4 Lampade G53 MFL 120V 650W

#### 4.9 **Apparecchi illuminanti di scena pista 2**

##### 4.9.1.1 **Apparecchio Illuminante tipo Globos a testa mobile**



#### **Sorgente luminosa:**

Lampada a scarica ad arco stretto con parabola integrata 280W

Durata minima della lampada: 2.000 ore in modalità standard (280 W),  
3.000 ore in modalità eco

(230 W)

Controllo accensione: Automatica - on/off remoto; Ballast: Elettronico

#### **Emissione luminosa:**

Modalità Beam – 75.250 lx a 20 m di distanza; Modalità Spot – 82.400  
lx a 5 m di distanza

Parabola dicroica integrata con la lampada

Apertura zoom: 2,5°-10° in modalità beam, 5°-20° in modalità spot

#### **Effetti elettromeccanici**

Ruota Colori: 13 posizioni dicroiche + bianco; Ruota Gobo Rotante: 9 posizioni + bianco rotanti,

Prisma 1 - circolare: 8-facce rotanti in entrambe le direzioni a velocità variabile

Prisma 2 - lineare: 6 facce rotanti in entrambe le direzioni a velocità variabile

Zoom e Focus motorizzati

Range di movimento Pan: 540°; Range di movimento Tilt: 270°

#### **Interfaccia di controllo e programmazione**

Protocolli di segnale implementati: USITT DMX-512, RDM, ArtNet, MA Net, MA Net2

3 Modalità di protocollo DMX; Canali DMX di controllo: 24, 16, 30

Risoluzione del movimento Pan/Tilt resolution: 8 o 16 bit

Controllo del movimento: Tracking e vettoriale

Gestione posizionamento ruota colore: 8 o 16bit; Gestione posizionamento ruote gobo rotanti: 8

Gestione indicizzazione e rotazione gobos: 8 o 16bit; Gestione ruota gobo statica : 8 bit  
 Frost: 8 bit; Zoom: 8 o 16bit; Focus: 8 o 16bit; Dimmer: 8 o 16bit  
 Porta Ethernet: Protocollo Art-Net, MA Net, MA Net 2, ACN ready  
 Connessioni DMX in/out: XLR 3-pin e 5-pin  
 Sistema di diagnostica interno per rilievo anomalie

### Gobos di vetro

Diametro Esterno: 15,9 mm; Diametro Immagine: 12,5 mm; Spessore: 1.1 mm

### Specifiche termiche:

Massima temperatura ambiente d'utilizzo: 45 °C (104 °F)

### Specifiche elettriche:

Alimentazione: Alimentatore elettronico; Tensione d'alimentazione 100–240 V, 50/60 Hz

Assorbimento massimo: 470 W at 230 V / 50 Hz

### Specifiche meccaniche:

Altezza: 575 mm - in posizione verticale; Larghezza: 364 mm; Profondità: 250 mm

Peso: 15 Kg

### Ancoraggio:

Sistema di ancoraggio: 2 coppie di fori predisposte per fissaggio quick locks ¼ di giro

2x Staffe Omega di fissaggio quick locks ¼ di giro

1 foro per aggancio sicuro

#### 4.9.1.2 Apparecchio Illuminante di scena tipo Wash a testa mobile



#### Sorgente luminosa:

12RGBW LED multichip

Emissione luminosa: 20.300 lx a 5m di distanza

Durata minima del LED: min. 60.000 ore

Mantenimento tipico lumen: 70% @ 60.000 ore

#### Sistema ottico ed effetti:

Componenti ottici ad elevata efficienza luminosa

Angolo di proiezione 8°; Miscelazione RGBW ad 8-bit o 16-bit

Correzione del bianco lineare CTO

Ruota colori virtuale con: 237 colori incluso 5 tonalità di bianco (2700 K, 3200 K, 4200 K, 5600 K e 8000 K); Composto da 3 anelli a LED

Controllo separato del colore per ogni singolo anello

Effetto Rainbow a velocità variabile



Effetti colore applicati ai 3 anelli LED in entrambe le direzioni (dall'anello interno verso l'esterno e viceversa); Dimmer ad alta risoluzione 0–100%

Effetto strobo a velocità variabile (max. 20 flashes al secondo)

Effetti strobo per le singole zone led a velocità variabile; Effetti random strobo pulse pre-programmati

### Interfaccia di Controllo e Programmazione

Protocolli di segnale: USITT DMX-512, RDM,

6 modalità di protocollo DMX; Canali DMX di Controllo: 35, 19, 14, 9, 35, 37

3 programmi personalizzabili di 25 scene ciascuno

Range di movimento PAN/TILT: 450°/300°

Connessioni DMX in/out: XLR 5-pin

### Specifiche termiche:

Massima temperatura ambiente d'utilizzo: 45 °C (104 °F)

### Specifiche elettriche:

Alimentatore elettronico; Tensione d'alimentazione 100–250 V, 50/60 Hz; Assorbimento massimo: 200 W at 230 V / 50 Hz

### Specifiche meccaniche:

Altezza: 314 mm; Larghezza: 233 mm; Profondità: 149 mm; Peso: 4 Kg

### Ancoraggio:

Sistema di ancoraggio: 2 coppie di fori predisposte per fissaggio quick locks ¼ di giro

2x Staffe Omega di fissaggio quick locks ¼ di giro

1 foro per aggancio sicuro

## 4.10 Apparecchiature DMX

### 4.10.1.1 Consolle di gestione portatile

Console luci compatta ed ultraleggera.

Il software offre la possibilità di effettuare facilmente il patching da una libreria di 14000 fixture personalities, vanta una semplice programmazione e selezione degli attributi e un'estrema flessibilità nel controllo delle luci in live, compreso un potente Pixel Mapper integrato.

Può essere connessa via rete ad un PC o un MAC per





utilizzare il software di visualizzazione, per una visualizzazione completa di tutti gli universi senza costi aggiuntivi.

Supporta 12 universi attraverso Ethernet utilizzando Art-Net I, II o III, Pathport o ACN Streaming DMX. Inoltre sono disponibili 4 uscite dirette DMX completamente configurabili.

Equipaggiata con componenti ad elevata affidabilità, inclusi connettori Neutrik in metallo ad alta durata.

Universi: 12 (fino a 64 con Pc addizionale); Canali: 6144; Attacchi: 5000; Cue stacks: 2000

Media server support: 50; Encoders: 8; Faders: 12; Porte Dmx dirette: 4; Network ports: 4

Tipo MagicQ MQ60 o similare

#### 4.10.1.2 Switch/Splitter DMX

Scatola di distribuzione DMX con due connettori di ingresso specifici e 10 connettori di uscita configurabili. Tutti i connettori di ingresso ed uscita sono conformi al nuovo standard DMX 512-A. Ciò permette la trasmissione di dati half-duplex su una normale connessione DMX, come il talkback del sistema e l'RDM (ANSI E1.20).

L'hub ha 2 zone DMX separate con tutte le uscite protette individualmente. L'hub può essere utilizzato per distribuire 1024 canali DMX sulle 2 linee DMX. Il dispositivo è realizzato in uno chassis di metallo da 19" per 1 unità.

L'hub ha 10 connettori di uscita configurabili (configurazione di default con presa Neutrik 5 poli). Ogni presa ha un piccolo interruttore per selezionare se è collegato alla zona 1 o alla zona 2. In questo modo l'utilizzatore può configurare il dispositivo secondo le sue esigenze, stabilendo individualmente ogni presa per ogni zona. Tutte le uscite della stessa zona sono bidirezionali e comunicano insieme. La bi-direzionalità può essere disattivata per zona. L'utilizzatore può utilizzare quindi contemporaneamente dispositivi RDM e non-RDM sullo stesso splitter DMX.

Il dispositivo funziona con tensione alternata da 85V a 264V. Il sistema di gestione dell'alimentazione regola la tensione interna e carica la batteria di backup interna. La batteria di backup interna assicura il pieno funzionamento dell'unità per 30 minuti (a pieno carico). Ciò significa che durante un'interruzione di corrente, la vostra distribuzione DMX non è interrotta e rimane la protezione ottica e galvanica su ogni singola uscita è totale.

Un LED a tre colori accanto all'interruttore di accensione indica la condizione dell'alimentazione.

Tipo Luminex DMX-512A-CUS o similare

#### 4.10.1.3 Cavi DMX

Cavo DMX ad impedenza costante ad una coppia audio bilanciata twistata con guaina esterna a diametro ridotto in PVC flessibile antifiamma.

Caratteristiche principali

Campi di applicazione: Connessioni standard DMX, connessioni per scanner e cambia colori

Conduttori: Rame 24 AWG = 14 x 0,15mm (0.25 mm<sup>2</sup>) conforme alla normativa IEC 228 Classe 5

Isolamento: XLPE ø 1.80 mm rosso/naturale

Schermo: PE filler PES foil 100% Rame stagnato a treccia > 95% Drain wire: Rame stagnato 24 AWG = 7 x 0.20 mm (0.22 mm<sup>2</sup>)

Guaina: PVC flessibile resistente alla fiamma ø 5.40mm conforme alla normativa IEC 332.1

Resistenza conduttore: 85 Ohm/Km (20°C) Resistenza schermo: 17 Ohm/Km (20°C)

Capacità conduttore/conduttore: 40 pF/mt @1kHz

Capacità conduttore/schermo: 71 pF/mt @1kHz Impedenza nominale: 120 Ohm

Velocità di propagazione: 66 %

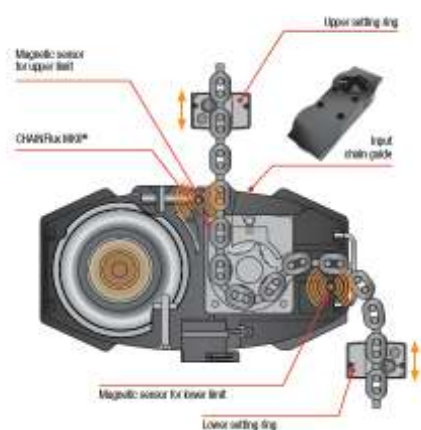
Temperatura di esercizio: -20°C / +80°C

Tensione di lavoro: 700 V AC, 1000 V DC

Raggio minimo di curvatura: 25mm

### 4.11 Truss e motori

#### 4.11.1.1 Motore a catena



Motori a catena per la sospensione truss tipo Verlinde o similare portata 500Kg, sicurezza BGV D8+, rapporto sicurezza 1:10.

Le persone possono sostare sotto alle strutture sospese, purchè non in movimento. Le strutture non necessitano di ulteriori ancoraggi meccanici poiché i motori sono dotati delle sicurezze richieste. Doppio freno di sollevamento come standard per una maggiore sicurezza.

La frizione nel riduttore assicura che il carico è tenuto dal freno indipendentemente dalle condizioni di esercizio.

Finecorsa elettrico; IP55; Livello sonoro <60db; Componenti elettrici per connettività "plug and play"4P; Protezione termica integrale per evitare il surriscaldamento

## Borsa per catena ad alta capacità e ad alta resistenza

### 4.11.1.2 Controller per motori

Controller adatto specificamente per il controllo di motori inseriti (paranco a catena) della serie

I controllori sono dotati di 4, 8 o 12 canali.

Permette di controllare i motori visualizzandoli individualmente o in gruppo premendo semplicemente un pulsante.

Soddisfa le attuali norme di sicurezza europee relative apparecchiature elettriche (IEC & EMC) ed è stato approvato dai ufficiali istituti europei. Questi sistemi di controllo forniscono all'utente un elevato livello di flessibilità, durata e sicurezza.

> Controller di controllo diretto stato solido in cassa d'acciaio per 4 canali.

Dimensioni: Rack 19 " wide, altezza 3U.

Alimentazione elettrica: 400 / 415 V 3PH + N – 50/60 Hz.

Alimentazione 32A 5P

Multi connettore a 4 uscite, una per ogni motore.

Protezioni corto circuito: circuito di potenza e controllo.

Protezione termica per ogni gruppo di 4 motori.

Max. potenza per canale: 1,8 kW / 400V

### 4.11.1.3 Truss quadrata 30x30



Traliccio in alluminio di lato 30cm

Tubi correnti: 50x2 mm (EN AW 6082 T6)

Tubi diagonali 20x2 mm (EN AW 6082 T6)

Piastra terminale in fusione di alluminio

Tratte da 3 metri

## 4.12 Apparecchiature audio pista 1

### 4.12.1.1 Array frame

Sistema di fissaggio apparati audio a sospensione in acciaio, modulare espandibile sino a moduli audio, sistemi di fissaggio inclusi.

#### 4.12.1.2 Moduli audio Array - Tipo 1

- Risposta in frequenza (+ /-3 dB): 60 Hz - 16 kHz
- Gamma di frequenza (-10 dB): 55 Hz - 16 kHz
- Copertura nominale (H x V): 120° H x 20° V
- Tenuta in potenza a lungo termine:
  - Bassa frequenza: 500 W (2000 W di picco)
  - Alta frequenza: 150 W (600 W di picco)
- Impedenza nominale
  - Bassa frequenza: 4  $\Omega$
  - Alta frequenza: 8  $\Omega$
- Sensibilità (SPL / 1 W a 1 m)
  - LF non EQ: 94 dB SPL; LF con EQ: 93 dB SPL
  - HF non EQ: 107 dB SPL; HF con EQ: 101 dB SPL
- Massimo SPL a 1 m
  - LF non EQ: 121 dB SPL (127 dB SPL di picco)
  - LF con EQ: 120 dB SPL (126 dB SPL di picco)
  - HF non EQ: 129 dB SPL (135 dB SPL di picco)
  - HF con EQ: 123 dB SPL (129 dB SPL di picco)

Cassa in compensato di betulla del Baltico, plastica e telaio in acciaio

Finitura rivestimento in poliuretano bicomponente a spruzzo su compensato, nero

Griglia perforata in acciaio, verniciato a polvere finitura, nero

Connettori: numero 2 Neutrik NL4

Dimensioni H x W x D (509 x 993 x 598 mm)

Peso netto 55,8 kg

Colore Nero, verniciabile

Tipo Bose RM12020 o equivalente

#### **Configurazione Array**

**Array Configuration**

Total   Nominal   Vertical   Coverage Angle	40°	80°
Number of Modules in Array	2	4
Total Power Handling, Array LF Section	1000 W	2000 W
<b>50 Hz High-Pass</b>		
Array LF Sensitivity	96 dB SPL	98 dB SPL
Maximum Array SPL @ 1 m, continuous	126 dB SPL	131 dB SPL
Maximum Array SPL @ 1 m, peak	132 dB SPL	137 dB SPL
Maximum Array SPL @ 16 m	102 dB SPL	107 dB SPL
<b>80 Hz High-Pass</b>		
Array LF Sensitivity	97 dB SPL	99 dB SPL
Maximum Array SPL @ 1 m, continuous	127 dB SPL	132 dB SPL
Maximum Array SPL @ 1 m, peak	133 dB SPL	138 dB SPL
Maximum Array SPL @ 16 m	103 dB SPL	108 dB SPL

**4.12.1.3 Moduli audio Array - Tipo 2**

- Risposta in frequenza (+/-3 dB): 60 Hz - 16 kHz
- Gamma di frequenza (-10 dB): 55 Hz - 16 kHz
- Copertura nominale (H x V): 120° H x 40° V
- Tenuta in potenza a lungo termine:
  - Bassa frequenza: 500 W (2000 W di picco)
  - Alta frequenza: 150 W (600 W di picco)
- Impedenza nominale
  - Bassa frequenza: 4 Ω
  - Alta frequenza: 8 Ω
- Sensibilità (SPL / 1 W a 1 m)
  - LF non EQ: 94 dB SPL; LF con EQ: 93 dB SPL
  - HF non EQ: 106 dB SPL; HF con EQ: 99 dB SPL
- Massimo SPL a 1 m
  - LF non EQ: 121 dB SPL (127 dB SPL di picco)
  - LF con EQ: 120 dB SPL (126 dB SPL di picco)
  - HF non EQ: 128 dB SPL (134 dB SPL di picco)
  - HF con EQ: 121 dB SPL (129 dB SPL di picco)
- Cassa in compensato di betulla del Baltico, plastica e telaio in acciaio
- Finitura rivestimento in poliuretano bicomponente a spruzzo su compensato, nero
- Griglia perforata in acciaio, verniciato a polvere finitura, nero

- Connettori: numero 2 Neutrik NL4
- Dimensioni H x W x D (610 x 993 x 598 mm)
- Peso netto 56,4 kg
- Colore Nero, verniciabile
- Tipo Bose RM12040 o equivalente

### Configurazione Array

<b>Array Configuration</b>	
Total Nominal Vertical Coverage Angle	80°
Number of Modules in Array	2
Total Power Handling, Array LF Section	1000 W
<b>50 Hz High-Pass</b>	
Array LF Sensitivity	96 dB SPL
Maximum Array SPL @ 1 m, continuous	126 dB SPL
Maximum Array SPL @ 1 m, peak	132 dB SPL
Maximum Array SPL @ 16 m	102 dB SPL
<b>80 Hz High-Pass</b>	
Array LF Sensitivity	97 dB SPL
Maximum Array SPL @ 1 m, continuous	127 dB SPL
Maximum Array SPL @ 1 m, peak	133 dB SPL
Maximum Array SPL @ 16 m	103 dB SPL

#### 4.12.1.4 Diffusori tipo 1

Altoparlante a 2 vie media/alta frequenza.

- Risposta in frequenza (+/-3 dB): 220 Hz - 16 kHz
- Gamma di frequenza (-10 dB): 170 Hz - 18 kHz
- Dispersione nominale: 90° H x 70° V
- Sensibilità (SPL / 1 W a 1 m): 105 dB SPL
- Massimo SPL a 1 m: 126 dB SPL (132 dB SPL di picco)
- Tenuta in potenza a lungo termine: 140 W (560 W di picco)
- Impedenza nominale: 8 Ω
- Cassa in compensato di betulla del Baltico, plastica e telaio in acciaio
- Finitura rivestimento in poliuretano bicomponente a spruzzo su compensato, nero
- Connettori: numero 2 Neutrik NL4
- Dimensioni H x W x D (879 x 572 x 451 mm)
- Peso netto 42,3 kg
- Colore Nero, verniciabile

- Tipo Bose LT9702 o equivalente

#### 4.12.1.5 Diffusori tipo 2

Altoparlante a 2 vie

- Risposta in frequenza (+/-3 dB): 90 Hz - 16 kHz
- Gamma di frequenza (-10 dB): 80 Hz - 16 kHz
- Copertura nominale (H x V): 120 ° x 60 ° (tromba ruotabile ad alta frequenza)
- Potenza applicabile, a lungo termine continuo: 200 W; trasduttore AES: 250 W
- Tenuta in potenza, picco: 800 W; trasduttore AES: 1000 W
- Sensibilità (SPL / 1 W a 1 m): 92 dB; trasduttore AES: 92 dB
- SPL massimo calcolato a 1 m: 115 dB; trasduttore AES: 116 dB
- Picco SPL massimo calcolato a 1 m: 121 dB; trasduttore AES: 122 dB
- Impedenza nominale 8  $\Omega$
- Cassa in compensato di betulla del Baltico, plastica e telaio in acciaio
- Finitura rivestimento in poliuretano bicomponente a spruzzo su compensato, nero
- Connettori: numero 2 Neutrik NL4
- Dimensioni H x W x D (191 x 552 x 241 mm)
- Peso netto 11,3 kg
- Colore Nero, verniciabile
- Tipo Bose RMU206 o equivalente

#### 4.12.1.6 Amplificatori

Massima potenza nominale: 4000 W (500 W x 8 canali su 4 ohm)

Canali di ingresso: 8 (livello di linea bilanciata)

Canali di uscita: da 2 a 8 (configurabili)

Permette di configurare ogni blocco di 4 canali altoparlante come Mono, permettendo di destinare la totale potenza disponibile a uno o più canali di uscita.

L'amplificatore è in grado di pilotare sia a bassa impedenza e carichi di 70/100V o direttamente.

Amplificatori completamente configurabili tramite software con connessione USB sul pannello frontale, o il collegamento di Ethernet del pannello posteriore.

Funzione di auto-Standby/Auto-sveglia – Quando attivata, questa funzione automaticamente entra/esce dalla modalità Standby, permettendo al sistema di consumare meno energia.

Controllo continuo di corrente e tensione erogata dall'altoparlante.

Alimentatore rigenerativo che consente alta densità di potenza, consentendo il riutilizzo dell'energia da carichi reattivi che normalmente viene sprecata.



Tipo Bose PM8500N o equivalente

#### 4.12.1.7 Processore audio

Processore di segnale audio flessibile, espandibile e di alta qualità per installazioni permanenti, ad esempio in chiese, teatri, auditorium e impianti sportivi.

Il modello base è dotato di 8 ingressi (microfono o linea) e di 8 uscite linea. Quattro slot audio consentono l'aggiunta di altri 16 canali audio analogici (ingressi, uscite o una combinazione di entrambi) o di 32 canali audio digitali (AES-3) come ingressi, uscite o una combinazione di entrambi. Per sistemi di dimensioni ancora maggiori o distribuiti, è possibile utilizzare più processori per ciascun sistema.

Dispone di un set completo di algoritmi di elaborazione audio, un percorso flessibile del segnale e un'architettura delle schede aperta che fanno di questo dispositivo una soluzione eccellente per la maggior parte dei sistemi audio permanenti.

Un singolo chip da 200 MHz fornisce i canali audio e la potenza di elaborazione necessari per la maggior parte delle applicazioni. Per applicazioni più impegnative, è possibile aggiungere schede di espansione audio opzionali, mentre una scheda di espansione opzionale consente di aumentare del 300% la potenza del processore e la memoria per i tempi di ritardo.

Le schede opzionali di ingresso e uscita garantiscono una gamma dinamica di 111 dB per i progetti che richiedono un tale livello di prestazioni.

Per il controllo di questi sistemi, il processore supporta diversi tipi di controller utente.

Il software in dotazione consente di configurare il processore e testarlo in tempo reale.

##### **Ingressi**

8 analogici, bilanciati elettronicamente, mic/linea (selezionabili tramite software), 2 connettori Phoenix/Euroblock a 3 pin

Livello di ingresso nominale: +4 dBu / -10 dBu / -20 dBu / -38 dBu / -44 dBu / -50 dBu / -60 dBu

Impedenza di ingresso: 2,4 kOhm a 1 kHz (con o senza alimentazione phantom)

Livello di ingresso massimo: +24 dBu al livello di ingresso nominale +4 dBu

Rumore di ingresso equivalente: 115 dB al livello di ingresso nominale -60 dBu (pesati A / 20 Hz-20 kHz)

Gamma dinamica: 104 dB (tipica) al livello di ingresso nominale +4 dBu (pesati A / 20 Hz-20 kHz)

Alimentazione phantom: +15 V nominali, selezionabile per ciascun ingresso

##### **Uscite**

8 analogiche, bilanciate elettronicamente, 2 connettori Phoenix/ Euroblock a 3 pin

Livello di uscita nominale: +4 dBu



Impedenza di uscita: 200 ohm (carico previsto 600 ohm)

Risposta in frequenza: da 20 Hz a 20 kHz (+0,5 dB / -2,0 dB) al livello di uscita nominale +4 dBu

Livello di uscita massimo: +24 dBu al livello di uscita nominale +4 dBu

Rapporto segnale/rumore: 80 dB al livello di uscita nominale +4 dBu (pesati A / 20 Hz- 20 kHz)

Rumore residuo in uscita: -110 dBu con mute inserito (pesati A / 20 Hz-20 kHz)

Distorsione armonica e rumore: 0,01% al livello di ingresso e uscita nominali +4 dBu (pesati A / 20 Hz-20 kHz)

Diafonia: < -90dB al livello di ingresso e uscita nominali +4 dBu 1 kHz

### **Elaborazione del segnale**

Elaboratori del segnale digitale a 32 bit, virgola mobile, 200 MHz

Potenza di calcolo massima: 1600 MIPS/1200 MFLOPS (6400 MIPS/4800 MFLOPS con scheda di espansione DSP opzionale)

Memoria per i ritardi: 16 MB/72 s (64 MB/288 s con scheda di espansione DSP opzionale)

Latenza audio: 610 µs (da ingresso analogico ad uscita analogica); (860 µs con scheda di espansione DSP opzionale)

Frequenza di campionamento: 48 kHz, convertitori A/D e D/A a 24 bit

### **Ingressi di controllo**

8 ingressi analogici o digitali, resistenza interna di riduzione a 5 V, da 5,1 kOhm, 2 connettori

Phoenix/Euroblock a 9 pin a passo 3,81 mm

Tensione ingresso analogico: da 0 V a 3,3 V (max 5 V)

Tensione ingresso digitale: da 0 V a 3,3 V (valore soglia = 1,6 V)

### **Uscite di controllo**

8 uscite digitali, resistenza interna di riduzione a 5 V, da 10 kOhm, 2 connettori Phoenix/Euroblock a 9 pin a passo 3,81 mm

Tensione uscita: da 0 a 5 V collettore aperto

Corrente uscita: 0,5 mA (source) / 10 mA max (sink)

### **Porte di comunicazione**

10 Base-T (RJ-45), RS-232C (D-Sub a 9 pin, maschio, DTE), RS-485 (2 connettori

Phoenix/Euroblock a 3 pin)

Indicatori di stato: Alimentazione / Stato / Ethernet / Seriale (RS-232C+RS-485)

Indicatori audio: Segnale (Presente/ Normale/Clip) per ciascun ingresso e uscita audio

Slot di espansione: 8 audio (4 occupati), 2 di controllo (1 occupato), 1 DSP

Canali audio: max 32 analogici o max 64 digitali (AES-3)

Tensione di rete: 85-264 V CA, 50/60 Hz con PFC

Consumo: <35 VA (tipico). <70 VA (max) a temperatura ambiente <35°C

Dimensioni: 482 x 88 x 332 mm

Peso: 5,3 kg

Tipo Bose ESP880 o equivalente

#### 4.12.1.8 Schede accessorie

Scheda di ingresso a 8 canali installata nel vano di ingresso digitale degli amplificatori. Riceve otto canali audio digitali da una scheda di uscita. Include cavo ottico

Tipo Bose PMESPLink o equivalente

#### 4.12.1.9 Controller audio

Dispositivo da installare a parete concepito per semplificare l'utilizzo dei sistemi audio. Grazie alla programmazione personalizzata, può controllare sistemi di varia complessità, consentendo la selezione delle sorgenti audio e delle scene, nonché la modifica delle configurazioni di sistema complesse. Il pannello LCD luminoso rende agevole la lettura e la modifica delle impostazioni del sistema.

Presenta quattro codificatori a manopola ciascuno corredato da un anello di LED che consentono di gestire in modo intuitivo le impostazioni del guadagno e della selezione delle scene. Un quinto codificatore permette di controllare le scene o i set di parametri programmati. Ciascuna manopola per il controllo del guadagno può essere programmata per agire su un singolo blocco o su un gruppo di blocchi di guadagno.

Il gruppo di dispositivi di guadagno può controllare più processori audio. La combinazione dei codificatori a manopola e degli indicatori LED permette di rilevare in tempo reale le modifiche apportate in qualsiasi punto del sistema.

Display LCD retroilluminato di 2 righe per 40 caratteri

Il Controller supporta inoltre una "modalità personalizzata" (concepita per gli installatori, non per gli utenti finali) che consente di visualizzare e modificare qualsiasi parametro del sistema tramite il display LCD e le manopole di controllo. Viene programmato (mappando o collegando ai suoi controlli i sistemi di elaborazione del segnale) con il software deicato. Questo software offre diverse funzioni che semplificano la programmazione; ad esempio, Smart Simulation, ovvero un display virtuale che consente di verificare immediatamente su schermo tutte le impostazioni di programmazione, senza dover attivare la modalità in linea o effettuare il collegamento ai dispositivi.

### Caratteristiche principali

Display LCD retroilluminato da 2 righe x 40 caratteri

Quattro codificatori per la modifica del guadagno e la selezione delle scene/ sorgenti

Anello di 15 LED per ciascun codificatore, che indicano il livello o stato corrente

Pulsanti per l'esclusione dei controlli del guadagno e la selezione delle scene per ciascun codificatore

Sedici controlli per il guadagno o la selezione (quattro gruppi di quattro)

Visualizzazione sul display LCD di descrizioni di 10 caratteri del controllo del guadagno o della scena

Funzione di blocco nel software per impedire modifiche a livello locale

Comunicazione di rete Ethernet 10Base-T

Possibilità di collegare un massimo di 16 unità per ciascun sistema

Alimentazione tramite cavo Ethernet o cavo separato

LED per stato, collegamento e trasmissione/ricezione di rete

Installabile in scatole da incasso standard a 5 frutti

Certificazioni UL6500 e CE

Mascherina rimovibile per l'installazione su un podio o in un rack

Tensione di ingresso 300 mA a 15 V CC

Collegamenti Rete: RJ-45 (Ethernet 10Base-T)

Alimentazione: 2 connettori Phoenix/ Euroblock a 2 pin

Tipo Bose CC64 o equivalente

#### 4.12.1.10 Subwoofer

- Gamma di frequenza (-10 dB): 40 Hz - 280 Hz
- Schema di copertura nominale (H x V): Omni-direzionale sotto i 100 Hz
- Tenuta in potenza a lungo termine: 1000 W (4000 W di picco)  
Al woofer: 500 W (2000 W di picco):
- Impedenza nominale: 2 x 8  $\Omega$  (discreta connessione al woofer)
- Sensibilità (SPL / 1 W a 1 m)  
Posizione (campo libero) di matrice: 97 dB SPL  
Terra dello Stack (metà spazio): 103 dB SPL

- Massimo SPL a 1 m  
Posizione (campo libero) di matrice: 127 dB SPL (133 dB SPL di picco)  
Stack (metà spazio) a terra: 133 dB SPL (139 dB SPL di picco)
- Trasduttori di bobina voce ad alta escursione, 4-inch Dual Bose LF15 15 pollici, 1000 W a lungo termine / tenuta in potenza di picco di 4000 W 139 dB SPL di picco massimo SPL a 1 m
- Cassa in compensato di betulla del Baltico, plastica e telaio in acciaio
- Finitura rivestimento in poliuretano bicomponente a spruzzo su compensato, nero
- Connettori: numero 2 Neutrik NL4
- Dimensioni H x W x D (446 x 942 x 546 mm)
- Peso netto, 59,9 kg
- Colore Nero, verniciabile

Tipo Bose RMS215 o equivalente

#### 4.12.1.11 Rack di contenimento

Armadio da pavimento realizzato con struttura portante in lamiera presso-piegate, verniciate a polvere, testate e garantite per supportare un carico di 800 Kg uniformemente distribuito. I montanti sono regolabili a piacimento per aumentare la base di appoggio di server o apparati attivi di rete e forati in conformità alle norme DIN, con numerazione delle unità per una immediata identificazione dell'alloggiamento dei componenti.

Ogni particolare elemento della struttura è realizzato in acciaio 20/10 - 15/10 - 12/10. Le soluzioni innovative adottate per la realizzazione di questi armadi, li rendono utilizzabili sia nell'ambito del cablaggio strutturato professionale, che per applicazioni informatiche che utilizzano server rack dei principali costruttori mondiali.

- Chiusura con maniglia a scomparsa con chiave
- Struttura completamente ispezionabile
- Ingresso cavi dall'alto e dal basso
- Longheroni di rinforzo sul pianale per carichi pesanti
- Pannelli laterali rinforzati con predisposizione serrature
- Montanti con numerazione delle unità e regolabili in profondità
- Passo di foratura del telaio 19" conforme alla norma IEC-297-1
- Porta anteriore in vetro fumé temperato e reversibile
- Verniciatura a polvere epossidica RAL 9004

- Grado di protezione IP20 min a norma EN 60529
- Piastra di ventilazione
- Pannelli di alimentazione
- 42 U 19"

#### 4.13 **Fissaggi impianto fotovoltaico**

Fornitura e posa di binari tipo Derbifix F della ditta Derbigum per l'ancoraggio della struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici. I binari saranno costituiti da profili in alluminio, di lunghezza 120 cm, posati su copertura con manto impermeabile tipo Derbigum SP FR a perfetta tenuta idraulica. La struttura si dovrà integrare e dovrà essere assicurata alla copertura mediante applicazione di una striscia di manto impermeabile tipo Derbigum SP FR senza praticare alcun foro sul manto impermeabile. La struttura sarà complanare alla copertura del tetto ove verrà applicata e fornirà un ancoraggio per la struttura di supporto dei moduli fotovoltaici con cornice. Il sistema sarà compatibile con moduli fotovoltaici con cornice di tutte le dimensioni.

I binari di supporto saranno incollati al supporto, costituito dalla membrana impermeabile tipo Derbigum SP FR, mediante cordoli (n. 2 per tutta la lunghezza) di mastice tipo Derbitech SEALSTICK della ditta Derbigum; successivamente verranno ancorati alla copertura mediante termosaldatura di un fazzoletto di membrana tipo Derbigum SP FR, dimensioni 55x75 cm, previo trattamento della loro superficie con vernice di impregnazione bituminosa.

I binari saranno centrati sotto ciascun pannello fotovoltaico. Un binario aggiuntivo verrà aggiunto su ciascuna testa delle file di moduli fotovoltaici al fine di aumentare la resistenza al vento del sistema nelle zone periferiche del campo fotovoltaico.

Il nuovo sistema di ancoraggio dei pannelli (nuova membrana bituminosa + sottostruttura Fotovoltaico) dovrà esser verificato e certificato per sopportare i carichi di progetto (carichi permanenti, azione del vento, azione della neve) attraverso documenti a firma di tecnico abilitato.

#### 4.14 **Supervisione per piste curling**

Si dovrà fornire e posare un nuovo sistema di supervisione costituito da:

- N. 1 sistema di supervisione plantMANAGER versione 10 utenze compreso kit seriale
- N. 1 monitor 24"
- N. 1 kit mouse/tastiera
- N. 1 kit modem GSM (x invio SMS di allarme, esclusa SIM)

N. 1 scheda di acquisizione e comando per chiller UTA, 4 DIN alimentazione 230 Vac, RS485 MODBUS RTU

N. 1 sviluppo interfaccia chiller

N. 1 sviluppo interfaccia UTA

Configurazione sistema plantMANAGER

#### 4.15 Cavi scaldanti

**Cavo scaldante autoregolante per mantenimento a temperatura**

**FreezStopExtra**  
Cavo scaldante autoregolante

- 100°C: temperatura massima di sopportazione a cavo alimentato
- Varia automaticamente la potenza fornita al variare della temperatura
- Per applicazioni industriali in zone sicure e con pericolo di esplosione ed incendio
- Controllo esterno della temperatura non necessario

**APPLICAZIONI**

Nei processi industriali con funzione antigelo di prodotti con elevata temperatura di design fino a 100°C, mantenimento a temperature elevate di fluidi in genere anche altamente corrosivi e per installazione in aree con pericolo di esplosione ed incendio (ATEX)

**DESCRIZIONE**

IL FREEZSTOP EXTRA FSE è un cavo scaldante autoregolante a matrice semiconduttiva, soluzione ideale per impianti antigelo e per mantenimento a temperatura di acqua e fluidi con temperature di design fino a 100°C.

La capacità intrinseca di autolimitare la sua temperatura ad un valore inferiore al massimo consentito dai materiali utilizzati nella costruzione ne consente l'utilizzo senza la necessità di un controllo termostatico.

La installazione è rapida e semplice in quanto può essere tagliato, derivato e terminato a misura direttamente in cantiere senza necessità di attrezzature particolari.

**OPZIONI**

FSE(w)...CT  
esecuzione con calza metallica di protezione e messa a terra e successivo rivestimento con materiale termoplastico

FSE(w)...CF  
esecuzione con calza metallica di protezione e messa a terra e successivo rivestimento in fluoropolimero

Conduttori elettrici

Matrice semiconduttiva autoregolante

Rivestimento in Termoplastico

Calza metallica in rame stagnato

Rivestimento in Termoplastico o Fluoropolimero (a richiesta)

## 5 SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI IMPIANTISTICI MECCANICI

### 5.1 Tubazioni

#### 5.1.1 Caratteristiche tecniche generali

##### 5.1.1.1 Generalità

Tutte le tubazioni per le reti di distribuzione dei vari fluidi, saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- essere dotate di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede, e corredate della relativa certificazione e dichiarazione di conformità; il tutto ai sensi della “Direttiva PED” 97/23/CE e/o della “Direttiva prodotti da costruzione” 89/106/CEE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;
- essere adatte ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruite, testate, provate in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti di sicurezza (in particolare la Direttiva PED 97/23/CE, il D.M. del 24/11/1984 e successive modifiche ed integrazioni, ecc.) e l’eventuale impiego a contatto e/o per il trasporto di fluidi ad uso potabile umano (D.Lgs. 174/2004, ecc.).

Nelle descrizioni che seguono sono citate in dettaglio tutte le normative cui le tubazioni devono essere conformi, e sulla base anche di quanto detto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d’obbligo e che tubazioni non rispondenti saranno rifiutate.

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- qualità dei materiali di costruzione e prestazioni tecniche a parità di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- maggiore resistenza ad elevate sollecitazioni meccaniche e termiche, urti accidentali ed eventuale corrosione da parte di fluidi aggressivi;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità

Per le giunzioni delle varie tubazioni si farà riferimento a quanto specificato nelle singole voci descritte nel presente Capitolato.

Il dimensionamento delle tubazioni dovrà esser fatto adottando valori di velocità che non diano luogo a rumorosità di funzionamento o perdite di carico eccessive (ovvero, nei sistemi a pressione a prevalenze e quindi potenze di pompaggio eccessive); i circuiti saranno equilibrati inserendo, ove prescritto e/o necessario, valvole o diaframmi di taratura.



#### 5.1.1.2 Tubazioni in acciaio nero trafilato

Salvo specifiche indicazioni diverse, le tubazioni dei vari tipi sopra esposti saranno valutate allo stesso prezzo.

La raccorderia sarà di tipo unificato, con estremità a saldare per saldatura autogena all'arco elettrico o al cannello ossiacetilenico. I tratti da saldare dovranno essere perfettamente allineati e posti in asse e la saldatura dovrà avvenire in più passate (almeno due) previa preparazione dei lembi con smusso a "V".

Tutte le variazioni di diametro dovranno essere realizzate con tronchi di raccordo conici, con angolo di conicità non superiore a 15°. Per quanto riguarda le curve è ammesso di piegare direttamente il tubo (con piega tubi idraulico o meccanico) solo per i diametri inferiori a 40 mm; il tubo piegato non dovrà presentare corrugamenti o stiramenti altrimenti non sarà accettato.

Per collegamenti che dovranno essere facilmente smontati (ad esempio tubazioni - serbatoi o valvole di regolazione - tubazioni o simili) si useranno bocchettoni a tre pezzi (con tenuta realizzata mediante guarnizione O.R. o metodo analogo) o giunti a flange.

Tutte le tubazioni nere saranno accuratamente protette con due mani di vernice antiruggine di colore diverso, o con trattamento protettivo a base di resine epossidiche eseguito direttamente in fabbrica, previa sabbiatura e pulitura delle superfici. La verniciatura protettiva dovrà essere ripresa, dopo avvenuta la posa delle tubazioni, in corrispondenza delle saldature e in tutti i punti in cui risulti danneggiata. Tutte le sbavature dovranno essere eliminate prima della posa in opera.

Le tubazioni da interrare saranno preprotette con rivestimento di fabbrica in polietilene estruso secondo UNI 9099, con ripresa della protezione in tutte le giunzioni eseguita in opera.

In alternativa alle giunzioni e raccorderia a saldare precedentemente descritte, potranno usarsi per i tubi fino a 4" (UNI EN 10255:2007), raccorderia e giunzioni a vite-manicotto: la raccorderia sarà in ghisa malleabile a cuore bianco, e la tenuta sarà realizzata con nastro di teflon oppure con appositi mastici sigillanti.

In alternativa ancora saranno utilizzabili anche raccordi a pressione con guarnizione "VICTAULIC" originali, che peraltro, per particolari applicazioni, potranno essere prescritti.

Le tubazioni dovranno portare stampigliati (o essere accompagnate da certificazioni in tal senso) il costruttore, l'anno di fabbricazione, il materiale e la corrispondenza alle norme.

Per i tubi filettabili serie media la norma UNI EN 10255 individua univocamente dimensioni e masse lineiche. Per i tubi lisci bollitori, per ciascun diametro esterno la norma UNI EN 10216-1 e UNI EN 10216-2 prevede tutta una gamma di spessori: quelli da usare sono indicati, con la relativa massa lineica, nella tabella seguente.



TUBI IN ACCIAIO UNI EN 10216-1 e UNI EN 10216-2			
Diametri int/est esatti (mm)	Spessore	Diametri int/est di designazione (mm)	Massa lineica (kg/m)
29,1/33,7	2,3	29/34	1,78
32,8/38	2,6	33/38	2,27
37,2/42,4	2,6	37/42	2,55
43,1/48,3	2,6	43/48	2,93
54,5/60,3	2,9	54/60	4,11
64,2/70	2,9	64/70	4,80
70,3/76,1	2,9	70/76	5,24
82,5/88,9	3,2	82/89	6,76
94,4/101,6	3,6	94/102	8,70
100,8/108	3,6	101/108	9,27
107,1/114,3	3,6	107/114	9,83
125/133	4	125/133	12,7
131,7/139,7	4	132/140	13,4
150/159	4,5	150/159	17,1
159,3/168,3	4,5	159/168	18,2
182,5/193,7	5,6	183/194	26
206,5/219,1	6,3	207/219	33,1
231,9/244,5	6,3	232/244	37
260,4/273	6,3	260/273	41,4
309,7/323,9	7,1	310/324	55,5
339,6/355,6	8	340/356	68,6
388,8/406,4	8,8	389/406	86,3
437/457	10	437/457	110
486/508	11	486/508	135
585/610	12,5	585/610	184

## 5.1.2 Modalità di posa in opera

### 5.1.2.1 Generalità

Per molte delle tubazioni descritte in precedenza le modalità di installazione sono già contenute

nella relativa descrizione. Pertanto nel presente capitolo vengono riportate, oltre le prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera di tipi di tubazioni che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

#### 5.1.2.2 Saldatura di tubazioni, flange, curve e pezzi speciali per tubazioni in acciaio nero e/o inox

Ambedue le estremità delle tubazioni da saldare, qualora non siano già preparate in ferriera, dovranno essere tagliate e poi rifinite a mola secondo DIN 2559 e cioè:

- spessore sino a 4 mm: spianatura, distanza fra le testate prima della saldatura 1,5÷4 mm;
- spessore superiore a 4 mm: bisellatura conica a 30°, distanza fra le testate prima della saldatura 1,5÷3 mm in modo da assicurare uno scostamento massimo di  $\pm 0,5$  mm del lembo da saldare dal profilo teorico c.s.d.

Le saldature dovranno essere eseguite a completa penetrazione, larghe almeno 2 volte e mezzo lo spessore dei tubi da saldarsi.

Gli elettrodi da usare per l'esecuzione delle saldature elettriche saranno esclusivamente quelli omologati dal RINA (Registro Italiano Navale ed Aeronautico) per l'impiego specifico.

Non è ammessa la rifinitura a scalpello dei margini del cordone di saldatura.

Il personale di saldatura dovrà essere patentato e, prima dell'inizio delle lavorazioni o anche durante il loro corso, su semplice richiesta della DL, l'Appaltatore dovrà esibire gli attestati di qualifica professionale dei saldatori da impiegare o già in corso di impiego nel cantiere.

#### 5.1.2.3 Supporti, ancoraggi e intelaiature per tubazioni per usi generici (circuiti idronici, scarichi, ecc.)

I sistemi di supporto – ancoraggio delle tubazioni devono essere progettati nel dettaglio e costruttivamente dall'Appaltatore. Non saranno accettate soluzioni improvvisate.

Il dimensionamento deve essere effettuato in base a:

- carico statico delle tubazioni, valvole, raccordi, isolamento ed in genere di tutti i componenti sospesi;
- sollecitazioni dovute a sisma, test idrostatici, colpo d'ariete o intervento di valvole di sicurezza;
- sollecitazioni derivanti da dilatazioni termiche.

In ogni caso l'Appaltatore deve sottoporre a preventivo benestare della Direzione Lavori i disegni costruttivi dei sistemi di supporto – ancoraggio e quelli dettaglianti posizione e spinte relative ai

punti fissi.

La tipologia e la posizione dei supporti deve essere scelta in base a dimensione dei tubi, configurazione dei percorsi, presenza di carichi concentrati, strutture disponibili per l'ancoraggio, movimenti per dilatazione termica, possibili sollecitazioni sismiche, nonché alla esigenza di evitare trasmissione di rumore e/o vibrazioni alle strutture.

In relazione a quanto sopra, nonché in funzione di quanto necessario e/o prescritto, i sistemi di supporto ancoraggio potranno essere dei seguenti tipi:

- supporti a collare regolabile del tipo a cerniera con vite di trazione, con interposto fra collare e tubo uno strato di materiale isolante rigido o gomma di adeguato spessore, sia per consentire piccoli movimenti nei fori dei due elementi, che per evitare trasmissioni di vibrazioni, ed in fine (per tubazioni convoglianti fluidi freddi) per evitare sul collare formazione di condensa e/o gocciolamenti. Secondo quanto necessario e/o prescritto, i supporti potranno essere appesi a soffitto mediante barre filettate e tasselli ad espansione, opportunamente dimensionati (vedi tabella B), oppure fissati a profilati ad omega, ancorati alle strutture edili in maniera diretta o con sistemi di tipo modulare, costituiti da profilati ad omega ( o simili) e staffaggi. Barre filettate, profilati ad omega e sistemi modulari saranno in acciaio zincato (collegati mediante bulloneria pure zincata);
- supporti a slitta (pattino), ammessi per tubi fino a DN80, o a rullo (diametri superiori): le tubazioni in acciaio nero ed in acciaio inossidabile in esercizio caldo e coibentate possono essere sostenute da spezzoni di profilati (normalmente a T, dello stesso materiale della tubazione, saldati lungo la generatrice inferiore della tubazione) di appoggio diretto alle mensole o ai rulli di scorrimento , di tipo approvato e scelti in relazione al carico; i profilati dovranno avere altezza maggiore dello spessore dell'isolamento termico. Per le tubazioni in esercizio caldo l'attraversamento dell'isolamento da parte del supporto a T deve essere realizzato in maniera tale da avere superfici rifinite e da evitare danneggiamenti dell'isolamento per movimenti di dilatazione termica della tubazione. Gli spezzoni di profilato devono avere lunghezza tale da assicurare un appoggio sicuro sull'eventuale rullo sottostante, sia a caldo che a freddo. L'attacco del rullo alla mensola porterà due appendici ad angolo che abbracceranno il profilato a T, impedendo spostamenti laterali e ribaltamenti del tubo, ove tali spostamenti laterali non contrastino le dilatazioni termiche. Le tubazioni convoglianti fluidi freddi coibentate devono essere sostenute in maniera da evitare la formazione di condensa e gocciolamenti. Non è ammessa alcuna soluzione di continuità dell'isolamento e si dovranno prevedere gusci semicircolari in lamiera

zincata, posti all'esterno della tubazione isolata (vedi tabella C) e sostenuti con profilati a T realizzati in maniera analoga a quanto precedentemente descritto, con le seguenti differenze: l'eventuale rullo di scorrimento rispetto al supporto sarà in PTFE e il profilato a T non sarà saldato al tubo, ma al semiguscio (sella) che, con un altro semiguscio abbraccerà il tubo già isolato (fissaggio con bulloni laterali zincati).

Il mensolame e gli staffaggi potranno essere di tipo modulare, prefabbricato con profilati in acciaio:

- zincato (collegati con bulloneria pure zincata) oppure costruiti con profilati in acciaio nero saldato;
- verniciato con due mani di antiruggine di tinta diversa.

Non saranno accettati sostegni di ferro piatto saldato al tubo o catene.

Inoltre i supporti – ancoraggi saranno progettati e realizzati anche per resistere a sollecitazioni sismiche.

Nel ribadire che i progetti di dettaglio – costruttivi dei sistemi di supporto – ancoraggio sono a carico dell'Appaltatore e dovranno essere sottoposti ad approvazione della Direzione Lavori, si forniscono comunque alcune indicazioni sugli accorgimenti antisismici da adottare:

- per tubazioni in acciaio fino a DN 25 o in rame fino a DN 20 all'interno di edifici: nessun accorgimento particolare;
- per tubazioni fino a DN 32 entro centrali e/o sottocentrali: nessun accorgimento particolare;
- negli altri casi: evitare che i supporti – ancoraggi siano fissati contemporaneamente a strutture diverse (solaio e parete); utilizzare per gli ancoraggi solo elementi strutturali dell'edificio; controventare sia longitudinalmente che lateralmente i supporti – ancoraggi.

In ogni caso i supporti dovranno essere realizzati in modo da consentire l'esatto posizionamento dei tubi in quota, le dilatazioni ed il bloccaggio in corrispondenza dei punti fissi, nonché per sopportarne il peso previsto; particolare cura dovrà essere posta nei supporti delle tubazioni d'acqua fredda e refrigerata, onde evitare condensa e gocciolamenti.

A titolo di esempio, per le tubazioni in acciaio (nero, zincato, inox) o in rame, i supporti saranno posti con una spaziatura non superiore a quella indicata nella tabella A; si dovrà inoltre prevedere un supporto a non più di 50 cm, da ogni cambio di direzione, se non espressamente indicato nei disegni o in altro capitolo del presente capitolato. Per le tubazioni rigide in plastica (PVC, PEAD, PP) la spaziatura dovrà essere all'incirca la metà di quella indicata in tabella A.

Tutto il mensolame dovrà essere fissato alle strutture dell'edificio a mezzo di sistemi facilmente smontabili; gli staffaggi alle strutture in legno o in metallo saranno fissati con incravattature

imbullonate; quelli alle strutture in murature mediante viti e tasselli ad espansione, o sistemi equivalenti, che dovranno comunque ricevere la preventiva approvazione della DL e/o EA .

Nessun ancoraggio sarà ammesso in posizione tale da poter provocare danni al fabbricato.

Tutte le parti di supporti e staffaggi in ferro nero saranno verniciate con due mani di antiruggine di tinta diversa.

Il costo dei supporti ed ancoraggi delle tubazioni dovrà essere compreso nel prezzo unitario del tubo in opera.

Nella tabella A è indicata la distanza massima ammessa tra i supporti per tubazioni in acciaio o in rame.

Nella tabella B sono riportate le dimensioni minime delle barre filettate di sostegno.

Nella tabella C sono riportate le dimensioni minime dei gusci.

**TAB. A - DISTANZA MASSIMA AMMISSIBILE TRA I SUPPORTI – ANCORAGGI DELLE TUBAZIONI IN ACCIAIO O IN RAME**

<b>Diametro nominale tubazioni</b>	<b>Distanza orizzontale (m)</b>	<b>Distanza verticale (m)</b>
fino a DN 20	1.5	1.6
fino a DN 40	2.0	2.4
fino a DN 65	2.5	3.0
fino a DN 80	3.0	4.5
fino a DN 125	4.2	5.7
superiore a DN 125	5.1	8.5

**TAB. B - DIMENSIONI DEI TIRANTI FILETTATI**

<b>Diametro nominale della tubazione (DN)</b>	<b>Diametro barra filettata (mm)</b>
fino a DN 65	10
da DN 65 a DN 100	12
da DN 125 a DN 200	16
da DN 250 a DN 300	20
da DN 350 a DN 400	24
DN 450	30

**TAB. C - DIMENSIONI MINIME DEI GUSCI DI SOSTEGNO PER TUBAZIONI FREDDI COIBENTATE**

Diametro nominale tubazioni	Lunghezza (mm)	Spessore (mm)
sino a DN 80	300	1.3
DN 100	300	1.6
DN 125	380	1.6
DN 150	450	1.6
DN 200	600	2

#### 5.1.2.4 Giunti di dilatazione e antivibranti

Nelle distribuzioni e nel collegamento dei tubi metallici ai supporti ed ancoraggi si dovrà tenere conto delle dilatazioni e contrazioni delle tubazioni. Ove possibile, tali movimenti saranno assorbiti dalle curve e dal tracciato dei tubi, ed i supporti dovranno essere previsti in tal senso; sempre che non si vengano a creare spinte eccessive non compatibili con le strutture portanti o con le apparecchiature collegate. Ove necessario, saranno installati dei compensatori di dilatazione lineare, di tipo assiale o angolari, secondo le specifiche del progetto, plurilamellari in acciaio inox AISI 304, con estremità a saldare o flangiate per tubazioni in acciaio nero o inox e filettate o flangiate per tubazioni zincate (per i giunti a flangia la bulloneria dovrà essere esclusivamente in acciaio zincato).

Per il calcolo dell'allungamento delle tubazioni in acciaio, si dovrà considerare un valore di 0.012 mm per metro lineare e per grado centigrado di differenza fra temperatura del fluido e temperatura ambientale al momento dell'installazione. Per tubazioni di acqua calda è da considerare la massima temperatura (di mandata) anche per le tubazioni di ritorno.

Per tubazioni di acqua fredda e refrigerata, se richiesto, potranno essere usati compensatori in neoprene.

La pressione nominale dei compensatori non sarà mai inferiore a PN 10, e sarà comunque adeguata alle condizioni di temperatura e pressione del fluido. Per l'installazione saranno previsti opportuni punti fissi, guide e rulli di scorrimento delle tubazioni, il tutto compreso nel prezzo unitario in opera delle tubazioni.

In corrispondenza degli attraversamenti di giunti strutturali (di dilatazione e/o antisismici) dell'edificio, le tubazioni saranno dotate di giunti elastici/flessibili, di pressione nominale (PN) adeguata, tali da consentire spostamenti indipendenti longitudinali e trasversali dei due tronchi di tubazione collegati.

Tali prescrizioni, valide per tutti i tipi di tubazioni (metalliche e non), assumono particolare valenza per motivi di sicurezza per le reti idriche antincendio e per quelle convoglianti gas, nel rispetto delle vigenti normative in materia.

I vari tipi di giunti e la posizione degli stessi dovranno essere sottoposti a preventiva approvazione della DL.

Tutte le tubazioni e i condotti collegati a macchine con elementi in movimento, e quindi sorgenti di vibrazioni, saranno corredati di giunti antivibranti in adeguata gomma sintetica, oppure, ove necessario, metallici a soffietto, ed in ogni caso aventi PN (pressione nominale) adeguata.

#### 5.1.2.5 Installazione delle condotte – Attraversamento di strutture

Le tubazioni si svilupperanno senza gomiti o curve a piccolo raggio, né bruschi cambiamenti di sezione; saranno posate con spaziature sufficienti a consentire lo smontaggio nonché la facile esecuzione del rivestimento isolante e opportunamente sostenute con particolare riguardo ai punti di connessione con pompe, batterie, valvole, ecc. , in modo che il peso non gravi sugli organi di collegamento .

I diametri, i raccordi, le pendenze delle tubazioni in genere devono essere tali da garantire il libero deflusso dei fluidi in esse contenuti, senza dare luogo ad ostruzioni o comunque a depositi che possano, col tempo, comprometterne la funzione.

Nei punti alti delle distribuzioni a circuito chiuso saranno previsti sistemi di sfogo aria, costruiti da barilotti e da valvole di sfiato e nei punti bassi di tutti i circuiti un sistema di scarico dell'acqua (con imbutino di raccolta acqua, il tutto con collegamento alla fognatura).

Quando le tubazioni passano attraverso i muri o pavimenti, saranno protette da manicotti in ferro nero dello spessore di 2 mm. fino alle superfici esterne, per permettere la dilatazione e l'assestamento, oppure con fasciatura di 5 cm di lana minerale certificata ed etichettata come “non cancerogena” ai sensi della legislazione vigente e guaina di protezione, per evitare rotture ai muri in conseguenza delle dilatazioni.

Gli spazi liberi attorno alle tubazioni attraversanti compartimentazioni antincendio dovranno essere chiusi con materiali tagliafuoco aventi resistenza al fuoco REI certificata pari a quella della struttura edile attraversata.

Per le tubazioni in materia plastica (polietilene, polipropilene o PVC) per fluidi in pressione o per scarichi, negli attraversamenti di strutture di compartimentazione antincendio saranno usati collari con funzione tagliafuoco, contenenti materiali espandenti che, in presenza di alta temperatura, si espandono e, sfruttando il rammollimento termico della tubazione, ne schiacceranno le pareti formando un vero e proprio tappo antifluo. Tali collari dovranno essere omologati - certificati REI 120 oppure 180, secondo quanto richiesto e/o necessario. I collari dovranno essere fissati alla struttura muraria con tasselli a pressione. I tubi saranno posti in opera senza svergolarli o sformarli e saranno a dovuta distanza dalle finestre, porte ed altre aperture.

Non sono permessi tagli eccessivi ed indebolimenti delle strutture onde facilitarne la posa in opera dei tubi.

Tutte le sbavature saranno eliminate dai tubi prima della posa in opera; dovrà anche essere effettuata accurata soffiatura in modo da eliminare all'interno qualsiasi ostruzione o deposito.

Lo stesso dicasi per aperture delle apparecchiature.

Tutti gli attraversamenti di pareti e pavimenti devono avvenire in manicotti in acciaio zincato, forniti dall'Appaltatore: essi devono essere installati e sigillati nei relativi fori prima della posa delle tubazioni.

Il diametro dei manicotti deve essere di 1 grandezza superiore a quella dei tubi passanti, oppure al loro isolamento. Le estremità devono sporgere dal filo esterno di pareti e solette di almeno 25 mm.

I manicotti passanti attraverso le solette devono essere posati prima nel getto di calcestruzzo ed otturati in modo da impedire eventuali penetrazioni.

Lo spazio libero tra tubo e manicotto deve essere riempito con lana di roccia od altro materiale incombustibile; l'estremità deve essere sigillata con mastice non indurente.

Dovendosi fissare più manicotti, che debbano essere disposti affiancati, si userà un supporto comune, per mantenere lo scarto ed il parallelismo dei manicotti.

Nel caso di attraversamento dei giunti di dilatazione o dei giunti antisismici dell'edificio, si dovranno prevedere dei manicotti distinti da un lato e dall'altro del giunto, o comunque dei giunti flessibili con gioco sufficiente a compensare i possibili movimenti relativi.

Le tubazioni saranno infine dotate di fascette colorate per l'individuazione dei fluidi (da applicare sopra il coibente, ove previsto) e frecce indicatrici di flusso. Il tutto sarà compreso nel prezzo unitario in opera delle tubazioni.

#### 5.1.2.6 Protezioni e pulizia delle tubazioni

Tutte le tubazioni sia durante il trasporto che l'immagazzinamento in cantiere dovranno essere adeguatamente protette con teli di nylon ben fissati, o simili, contro l'azione degli agenti atmosferici e contro l'ingresso di sporcizia e/o corpi estranei al loro interno. Analogamente dovranno essere protetti contro l'azione degli agenti atmosferici tutti i materiali e i manufatti per supporti, mensolame, etc.

Per tubazioni e manufatti in acciaio nero, l'obbligatoria verniciatura antiruggine (con due mani di tinta diversa) dovrà avvenire previa sgrassatura e spazzolatura, così da togliere ogni traccia di grasso e/o di ossidazione superficiale. Anche dopo la verniciatura i manufatti dovranno essere protetti contro l'azione degli agenti atmosferici e l'ingresso di sporcizia, fino al momento della posa in opera ed oltre al necessario. In ogni caso anche dopo la posa in opera l'interno delle tubazioni



dovrà essere protetto contro l'ingresso di sporcizia o corpi estranei, usando tappi provvisori, fasciature o provvedimenti simili. Il mantenimento dell'integrità di tutte le protezioni deve essere continuamente garantito dall'Appaltatore ed è onere contrattuale a suo carico.

Tutte le apparecchiature verniciate, i manufatti, le tubazioni, ecc., la cui verniciatura sia stata intaccata prima della consegna dell'impianto, dovranno essere ritoccate o rifatte, con vernice c.s.d. .

Il costo della sgrassatura, spazzolatura, verniciatura antiruggine e protezione di tubazioni o manufatti si intende compreso nel prezzo unitario della tubazione o del manufatto.

Le tubazioni sottoposte a prove di pressione idroniche saranno immediatamente ed accuratamente soffiate e vuotate da acqua residua. In ogni caso le reti idroniche, subito dalla messa in esercizio, dovranno essere accuratamente lavate, vuotate (fino a che non ne esca acqua pulita) e soffiate al loro interno, così da eliminare ogni traccia di residui di lavorazioni, sporcizia o corpi estranei che fossero penetrati, nonostante le protezioni; il tutto compreso nei prezzi contrattuali.

#### 5.1.2.7 Identificazione delle tubazioni

All'interno delle centrali e delle sottocentrali e lungo tutti i percorsi delle tubazioni, queste saranno dotate di fascette colorate per l'individuazione del fluido convogliato e frecce indicatrici della direzione del flusso, il tutto compreso nel prezzo unitario in opera delle tubazioni. Fascette e frecce saranno applicate sopra l'isolamento, ove presente. I colori saranno quelli della norma UNI 5364:1976.

In alternativa alle fascette colorate, potrà essere scritto il tipo di fluido (la scritta dovrà essere concordata con la Direzione Lavori). In ogni caso non sono ammesse scritte eseguite a mano (a pennarello o simile).

### 5.1.3 **Prove, controlli e certificazioni**

#### 5.1.3.1 Controlli su saldature di tubazioni in acciaio

La committenza e/o la Direzione Lavori si riservano la facoltà di far eseguire per campioni, a propria cura e spese, controlli radiografici secondo le modalità UNI EN 1435:2004, sulle saldature e l'Appaltatore dovrà fornire, senza diritto ad alcun compenso particolare, tutta la necessaria assistenza. Quando fossero riscontrate saldature inaccettabili ai sensi della norma UNI EN 12517-1:2007 e UNI EN 12517-2:2009 per insufficiente penetrazione o eccessivo disallineamento dei lembi o altri motivi, l'Appaltatore dovrà provvedere al loro rifacimento, accollandosi altresì l'onere ed i costi relativi al controllo radiografico di dette saldature inaccettabili.

### 5.1.3.2 Controlli su tubazioni per gas medicali e tecnici

L'Appaltatore dovrà fornire tutte le certificazioni necessarie a dimostrare la conformità alle norme UNI EN ISO 7396:2010 delle tubazioni installate.

In particolare potrà essere richiesta dalla DL la documentazione relativa alla prova non distruttiva "a correnti indotte" da eseguirsi secondo quanto previsto dalle Norme UNI EN 13348:2008 allo scopo di verificare eventuali discontinuità fisiche e strutturali nei tubi di rame e sue leghe.

### 5.1.3.3 Certificazioni

Tutte le tubazioni, come già esposto, saranno dotate di marcatura CE (con relativa certificazione e dichiarazione di conformità), in tutti quei casi in cui la legislazione vigente lo prevede; per i sistemi in pressione, questi saranno altresì corredati, ove richiesto e/o necessario, di certificazione PED; il tutto ai sensi della "Direttiva prodotti da costruzione" 89/106/CEE e/o della "Direttiva PED" 97/23/CE.

In generale, tutte le tubazioni porteranno stampigliati (in maniera resistente) all'origine sulla superficie esterna il nome del produttore ed i dati riguardanti il materiale, il lotto e l'anno di produzione, il diametro e le norme UNI/EN di riferimento. La stampigliatura sarà ripetuta lungo le tubazioni ad intervalli regolari non superiori a 3 (tre) metri.

I dati tecnici delle tubazioni e la loro rispondenza alla normativa dovranno essere documentate dall'Appaltatore sulla base delle schede tecniche dei Costruttori, rimanendo peraltro l'Appaltatore unico responsabile nei confronti della Committente della veridicità dei dati forniti. Anche tali schede tecniche faranno parte della documentazione finale allegata ai disegni *as built*.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni delle tubazioni che propone di installare e fornire la relativa certificazione di conformità (marcatura CE) nonché dei sistemi di giunzione e di supporto - ancoraggio; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

La DL si riserva la facoltà di non accettare tubazioni di costruzione extra europea/USA, cioè di non accettare tubazioni di costruzione asiatica o simile.

## 5.2 Valvolame e componenti di linea

### 5.2.1 Caratteristiche tecniche generali

#### 5.2.1.1 Generalità

Tutte le valvole, i rubinetti, i filtri di linea, ecc. e componenti vari per le reti di distribuzione dei vari

fluidi, saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere adatti ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti di sicurezza (Direttiva PED 97/23/CE, norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.), ecc., e l'eventuale impiego a contatto e/o per il trasporto di fluidi ad uso potabile umano (D.Lgs. 174/2004, ecc.).

Nelle descrizioni che seguono non sono citate in dettaglio tutte le normative cui il valvolame / componenti vari per le reti di distribuzione dei vari fluidi, devono essere conformi, ma, sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che valvolame/componenti vari per le reti di distribuzione dei vari fluidi non rispondenti saranno rifiutati.

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- qualità dei materiali di costruzione e prestazioni tecniche a parità di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- maggiore resistenza ad elevate sollecitazioni meccaniche e termiche, urti accidentali ed eventuale corrosione da parte di fluidi aggressivi;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità

Qualora il diametro nominale del valvolame sia espresso in millimetri, gli attacchi si intenderanno flangiati; con diametro nominale espresso in pollici, gli attacchi si intenderanno filettati.

Tutto il materiale flangiato sarà completo di controflange, bulloni e guarnizioni, compresi nel prezzo.

Tutto il materiale filettato sarà completo di accessori e materiali vari di consumo, compresi nel prezzo.

## **5.2.2 Modalità di posa in opera**

### **5.2.2.1 Generalità**

Il valvolame dovrà essere installato secondo le modalità e con la dotazione degli accessori qui di seguito precisate:

- quando il diametro delle valvole del componente utilizzato sia diverso da quello della tubazione o dell'attacco dell'apparecchiatura collegata, dovrà essere usato un tratto di raccordo di tubazione tronco-conico di conicità non superiore a 15°;
- il valvolame (o simile) flangiato verrà sempre fornito corredato di controflange, bulloni e guarnizioni; la bulloneria sarà generalmente, salvo specifiche indicazioni diverse, in

acciaio zincato (inox per valvolame e/o tubazioni inox);

- il valvolame (o simile) di tipo “wafer”, cioè da montare fra flange, dovrà essere di tipo “LUG”, ovvero tale da poter smontare, una volta chiusa la valvola, il componente intercettato, sia a monte che a valle;
- dovrà essere accuratamente evitato e non sarà accettato che le tubazioni collegate alle valvole gravino con il proprio peso sulle valvole stesse, quindi le tubazioni in questione dovranno essere adeguatamente supportate in modo indipendente dal valvolame;
- in caso di possibilità di gocciolamenti sopra il valvolame di tubazioni coibentate (ad esempio montate all’aperto), le valvole dovranno avere il volantino o la leva di manovra posizionati in modo tale che in corrispondenza di essi non si infiltri acqua entro la coibentazione (ad esempio il montaggio potrà avvenire con la leva o il volantino posizionati lateralmente o, se ciò comporta problemi di manovrabilità, inferiormente);
- sui collettori le valvole dovranno essere installate in modo ordinato, con tutti gli assi di manovra allineati; lo stesso dicasi nel caso di valvole su una stessa macchina o su macchine eguali;
- le valvole servocomandate dovranno essere montate in posizione tale che non vi sia rischio di gocciolamenti sopra il servocomando o i collegamenti elettrici.

#### 5.2.2.2 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutto il valvolame e componenti di linea durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell’installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale (o altra protezione equivalente), così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell’Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all’atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà valvolame e componenti o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l’Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell’Appaltatore) quel valvolame e quei componenti o loro parti che risultassero danneggiati, oppure a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale dell’apparecchio (dovuta a tale inadeguata conservazione).

### 5.2.3 Prove, controlli e certificazioni

In generale, tutto il valvolame dovrà generalmente portare stampigliati (in maniera resistente) all'origine sulla superficie esterna il nome del produttore (marca) ed i dati riguardanti il diametro, il PN, e le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, ecc. e/o le leggi (ove esistenti) di riferimento.

Per tutto il valvolame mancante della citata stampigliatura l'Appaltatore ha l'obbligo contrattuale di fornire le certificazioni ed omologazioni rilasciate dal produttore o dal fornitore e/o da enti preposti riconosciuti (controfirmate dall'Appaltatore stesso) riportanti i dati sopra indicati.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni di tipi di valvolame e componenti di linea che propone di installare; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

La Direzione Lavori potrà rifiutare tutto il valvolame e componenti di linea, pur se già installati, che risultino (per qualsiasi motivo) non conformi al contratto o ai campioni approvati. L'Appaltatore è obbligato, in tal caso, alla sostituzione con altri, conformi ed approvati, il tutto a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente.

Per tutto il valvolame che debba essere corredato di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "*as built*".

La DL si riserva la facoltà di non accettare valvolame (o altri componenti di linea) di costruzione extra europea/USA, cioè di non accettare valvolame di costruzione asiatica o simile.

### 5.2.4 Caratteristiche tecniche specifiche

#### 5.2.4.1 Valvole deviatrici a sfera

Sono previste valvole deviatrici a sfera realizzate in ghisa con sfera flottante, con attacchi flangiati a "T". Per tali tipologie di valvole, la ripartizione del flusso è di tipo progressivo (TRANSFLOW), per cui quando una via è chiusa le altre due sono completamente aperte ed è impossibile che un errore di manovra determini una parzializzazione della luce di passaggio di una via senza un corrispondente incremento dell'altra. Sono adatte per riscaldamento e condizionamento (HVAC), teleriscaldamento, trattamento e distribuzione dell'acqua, applicazioni industriali, agricole, per aria compressa, oli e idrocarburi. Di seguito riportiamo le principali caratteristiche tipologiche:

- Verniciatura interna ed esterna con smalto epossidico, resistente alle alte temperature;
- Sfera in ottone cromato con passaggio pieno; le vie a 120° con ampio raccordo garantiscono ridotte turbolenze e perdite di carico;

- Doppia leva a 120°, indica la direzione del flusso;
- Doppio O-Ring sullo stelo e bussola metallica;
- Stelo con design antiespulsione;
- Sede sfera in PTFE caricato;
- Dispositivo RO-STOP che consente la scelta delle vie di passaggio anche a valvola già installata

Norme costruttive e di collaudo (equivalenti):

- Flange: EN 1092
- Design: EN 1983, EN13445
- Collaudo: testate al 100% EN 12266 cat. A (ISO 5208 cat. A)

Materiali:

Corpo	EN GJS 400-15
Flangia	EN GJL 250
Sfera	Ottone CuZn40Pb2
Sede sfera	PTFE + Carbone
Asta	Ottone CuZn40Pb2
Anello antifrizione	PTFE
Ghiera	Ottone CuZn40Pb2
O Ring	NBR
Leva	Acciaio al carbonio, verniciato epossidico
Mozzo leva	Ottone CuZn40Pb2,
Fermo leva RO-STOP	Ottone CuZn40Pb2,
Bulloneria	Acciaio al carbonio zincato

### 5.3 **Isolamenti termici e relative finiture**

#### 5.3.1 **Caratteristiche tecniche generali**

##### 5.3.1.1 Generalità

Tutti gli isolamenti termici e le relative finiture saranno delle migliori marche esistenti sul mercato e dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- essere dotati di marcatura CE e corredati della relativa certificazione e dichiarazione di conformità ai sensi della "Direttiva prodotti da costruzione 89/106/CE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di riferimento;
- essere adatti ad operare nelle condizioni di temperatura ed umidità previste in progetto;
- avere spessori non inferiori a quelli previsti in progetto e comunque, quando impiegati per fluidi caldi, non inferiori ai minimi fissati dalle normative vigenti sul contenimento dei consumi energetici;
- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali

ed europee (UNI – UNI EN – ISO, ecc.) nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti di sicurezza, di comportamento al fuoco e di tossicità dei fumi.

In ogni caso gli spessori sono relativi al solo materiale isolante.

Tutti i materiali ed i manufatti isolanti dovranno essere ininflammabili (Classe Zero), o, al più, essere omologati su tutta la gamma con reazione al fuoco di classe 1 (documentata): non saranno ammessi materiali o manufatti con classe superiore ad 1. Lo stesso dicasi per le relative finiture esterne; gli isolanti fibrosi dovranno essere certificati ed etichettati come “non cancerogeni” ai sensi del D.M. 01/09/1998, della circolare n° 4 del 15/03/2000 e della successiva direttiva comunitaria 2009/2/CE.

Tutti gli isolamenti dovranno essere eseguiti dopo il buon esito della prova idraulica e, per le tubazioni in acciaio nero, dopo che queste sono state verniciate con le due mani di antiruggine resistente alla temperatura d'esercizio (vedere paragrafi sulla verniciatura), in conformità alla norma UNI EN 14114:2006 e alle norme specifiche UNI EN, UNI EN ISO, NF, ecc., come riportato nelle singole voci degli elaborati di progetto; saranno realizzati a perfetta regola d'arte, senza lasciare scoperta alcuna parte di superfici calde o fredde. Particolare cura dovrà essere posta nell'isolamento di superfici fredde, che dovrà garantire la massima tenuta alla migrazione di vapore ed impedire nel modo più assoluto la formazione di condensazione sia sulla superficie del componente isolato che sulla superficie dell'isolamento che infine al suo interno. Non saranno accettati sistemi di ancoraggio-supporto di tubazioni e/o isolamenti che possono consentire formazione di condensa e/o gocciolamenti. Sarà in ogni caso rifiutato l'impiego di lana di vetro o di roccia per l'isolamento di tubazioni o altri componenti convoglianti acqua fredda o refrigerata.

#### 5.3.1.2 Isolamento termico di tubazioni

Per le tubazioni, sono prescritti i seguenti isolamenti in funzione del tipo di fluido convogliato, della sua temperatura e degli ambienti attraversati:

TUBAZIONI ACQUA REFRIGERATA			
Luogo di posa	Tipologia di isolamento e finitura	Diametro tubazioni	Spessore in mm
All'esterno	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata, impermeabilizzazione, finitura in lamierino di alluminio sigillato	sino a DN 40 da DN 50 in poi	32 50
Nelle centrali e in locali non riscaldati	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata; finitura in PVC	sino a DN 40 da DN 50 in poi	32 50
Nei cavedi interni all'edificio e contropareti	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata; finitura in lastre di PVC	sino a DN 40 da DN 50 in poi	25 32
Nei locali riscaldati in vista	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata; finitura in lamierino di alluminio	sino a DN 32 da DN 40 in poi	13 25
Nei controsoffitti e nei carter a parete di locali riscaldati	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata	sino a DN 32 da DN 40 in poi	13 25
TUBAZIONI ACQUA CALDA O MISTE CALDA/REFRIGERATA			
Luogo di posa	Tipologia di isolamento e finitura	Diametro tubazioni	Spessore in mm
All'esterno	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata, impermeabilizzazione, finitura in lamierino di alluminio sigillato	sino a DN 25 da DN 32 a DN 40 da DN 50 a DN 65 da DN 80 in poi	32 40 50 60
Nelle centrali e in locali non riscaldati	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata; finitura in PVC	sino a DN 25 da DN 32 a DN 40 da DN 50 a DN 65 da DN 80 in poi	32 40 50 60



Nei cavedi interni all'edificio e contropareti	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata; finitura in lastre di PVC	sino a DN 40	25
		da DN 50 in poi	32
Nei locali riscaldati in vista	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata; finitura in lamierino di alluminio	sino a DN 32	13
		da DN 40 in poi	25
Nei controsoffitti e nei carter a parete di locali riscaldati	Guaina elastomerica a celle chiuse adatta per acqua calda e refrigerata	sino a DN 32	13
		da DN 40 in poi	25

Si useranno i seguenti tipi di isolamento realizzati in conformità alle norme UNI EN ISO 8497:1999 e UNI EN 12086:1999:

- guaina (lastra per i diametri più elevati) di schiuma elastomerica (caucciù o neoprene) espansa, a celle chiuse e con pellicola superficiale impermeabile conforme alla norma UNI EN 14304:2010, autoestinguente (classe1) adatta a temperature di esercizio comprese fra -60°C e +130°C, con conduttività termica non superiore a 0,040 W/mK a 40°C. Il fattore di resistenza alla diffusione del vapore dovrà essere almeno 2000 (da documentare). Il prodotto dovrà essere di tipo ecologico, ovvero non dovrà contenere CFC, HCFC, PVC o alogeni (cloro, fluoro, bromo). Il materiale sarà posto in opera incollato al tubo alle testate (per una lunghezza di almeno 50 mm) incollato lungo le giunzioni e sigillato lungo queste ultime con nastro adesivo (spessore circa 3 mm) in neoprene oppure costituito da impasto di prodotti catramosi e sughero, posto in opera senza stiramenti e previa accurata pulitura delle superfici. Non è ammesso l'uso di nastro adesivo normale (in carta, tela o P.V.C.). Sia il collante che il nastro dovranno essere della stessa casa produttrice dell'isolante. Non saranno accettati isolamenti nei quali il nastro di sigillatura tenda a sollevarsi o staccarsi. Se necessario, per raggiungere gli spessori richiesti, l'isolamento sarà in doppio strato, a giunti sfalsati.
- coppelle di polistirene estruso (polistirolo), conformi alla UNI EN 14307:2010, autoestinguente (classe 1), con conduttività termica non superiore a 0,035 W/mK a 40°C e densità non inferiore a 20 kg/mc; adatto a temperature di esercizio comprese fra -50°C e +100 °C. Le coppelle saranno poste in opera incollate lungo le giunzioni con apposito mastice bituminoso o simile e sigillate lungo le giunzioni stesse, all'esterno, mediante spalmatura dello stesso mastice. La barriera al vapore, ove

richiesta (d'obbligo per acqua refrigerata o fredda), sarà eseguita con due mani abbondanti di vernice bituminosa (la seconda mano da dare dopo che la prima sia ben asciugata e comunque a distanza non inferiore a 24 ore) e benda mussolona;

- coppelle di poliuretano espanso autoestinguente (classe1), conformi alla UNI EN 14308:2010, con conduttività termica non superiore a 0,032 W/mK a 40°C e densità non inferiore a 30-32 kg/mc, adatto a temperature di esercizio fra -50°C e +130°C. Le coppelle saranno poste in opera incollate lungo le giunzioni con apposito mastice bituminoso o simile e sigillate lungo le giunzioni stesse, all'esterno, mediante spalmatura dello stesso mastice. La barriera al vapore, ove richiesta (d'obbligo per acqua refrigerata o fredda), sarà eseguita con due mani abbondanti di vernice bituminosa (la seconda mano da dare dopo che la prima sia ben asciugata e comunque a distanza non inferiore a 24 ore) e benda mussolona. Il poliuretano dovrà essere a cellule chiuse, esente da CFC, HCFC, PVC e alogeni;
- isolamento termoacustico per tubazioni di scarico costituito da una lastra a tre strati, composta da:
  - \* strato esterno di spessore non inferiore a 2 mm, in materia sintetica con funzione di barriera al vapore;
  - \* strato intermedio realizzato con una lamina di piombo;
  - \* strato interno in schiuma morbida a celle aperte (polietilene espanso o similare).
- L'isolamento sarà avvolto sulle tubazioni per impianti di scarico acque reflue, fissato mediante sovrapposizione dei lembi per almeno 2 cm e successiva nastratura con benda telata o apposito nastro adesivo, compresi tutti i giunti e utilizzando apposite sagome qualora fosse necessario. Caratteristiche tecniche: peso non inferiore a 4.5 kg/mq.

#### 5.3.1.3 Isolamento di pompe, valvole, dilatatori, filtri, ecc.

Salvo specifiche indicazioni diverse, lungo tutte le tubazioni isolate (convoglianti tanto fluidi caldi, quanto freddi o refrigerati) saranno coibentati anche il valvolame, compensatori, giunti, filtri ad Y, ecc. . In particolare saranno isolati anche tutti i corpi pompa ed i circolatori convoglianti fluidi caldi o refrigerati, ad eccezione dei soli circolatori convoglianti acqua calda a temperatura inferiore a 90 °C. Il materiale isolante e lo spessore, in linea di massima, dovrà essere lo stesso delle rispettive tubazioni.

Particolare cura ed attenzione dovranno essere poste sull'isolamento dei componenti convoglianti acqua refrigerata.

- gusci prestampati, costituiti dallo stesso materiale isolante delle tubazioni, ovvero gusci in caucciù o neoprene espanso conforme alla norma UNI EN 14304:2010;
- isolamento in nastro di caucciù o neoprene espanso conforme alla norma UNI EN 14304:2010 per valvolame (o simili), autoadesivo, dello spessore di circa 3 mm; avvolto in più strati, fino ad ottenere uno spessore totale di almeno 15 mm;
- nastro avvolto su valvolame (o simili) realizzato con impasto di prodotto bituminoso e graniglia di sughero, avvolto in più strati.

Non sarà ammesso, per l'isolamento di componenti convoglianti acqua refrigerata, l'impiego di lana di vetro o di roccia.

Come alternativa e a pari prezzo, la DL si riserverà di accettare o meno (a proprio insindacabile giudizio) per l'isolamento di componenti per acqua refrigerata, l'impiego di poliuretano schiumato in loco entro gusci di alluminio, previa oliatura della superficie interna degli stessi (perché il poliuretano non s'incolli).

Per le modalità di posa in opera dei suddetti isolamenti si rimanda al relativo paragrafo.

#### 5.3.1.4 Isolamento di serbatoi, scambiatori, ecc.

Si useranno, a seconda di quanto richiesto e/o specificato negli elaborati di progetto:

- materassino di lana di vetro certificata ed etichettata come "non cancerogena" secondo la legislazione vigente, in classe max 0-1, ad alta densità (almeno 25 kg/mc), di spessore non inferiore a 30 mm e comunque conforme a quanto richiesto e/o necessario, posto in opera a regola d'arte, con cartone ondulato e rete zincata. Questo tipo di isolamento sarà ammesso solo per serbatoi contenenti fluidi "caldi" (non freddi o refrigerati);
- lastra di caucciù sintetico (ovvero neoprene) espanso conforme alla norma UNI EN 14304:2010, come già descritto in precedenza (eventualmente in più strati, fino allo spessore richiesto) posto in opera con le stesse modalità.

In alternativa, la DL si riserva di accettare (a pari prezzo di isolamento + finitura) un isolamento fornito all'origine dal costruttore del serbatoio o scambiatore, eseguito con lastra di poliuretano morbido di spessore non inferiore a 30 mm a cellule chiuse o materiale equivalente, finito esternamente con guaina in Sky o vinilpelle, chiuso con cerniere lampo o sistemi analoghi che ne consentano lo smontaggio.

In ogni caso per componenti destinati ad acqua refrigerata, l'isolamento dovrà garantire una adeguata barriera al vapore e non è ammesso l'impiego di lana di vetro o di roccia.

Nell'isolamento di serbatoi o scambiatori di calore dovranno essere lasciate visibili o comunque

individuabili ed agibili le targhe con le caratteristiche tecniche degli apparecchi.

Per le modalità di posa in opera dei suddetti isolamenti si rimanda al relativo paragrafo.

#### 5.3.1.5 Finitura degli isolamenti

Nelle zone con installazione degli impianti a vista (tubazioni, canalizzazioni, serbatoi, scambiatori, valvole etc.) è prevista generalmente (salvo specifiche indicazioni diverse) la finitura degli isolamenti termici mediante rivestimento in lamierino metallico o guaina semirigida in P.V.C. .

- rivestimento esterno in lamierino metallico ( di alluminio, oppure acciaio zincato o preverniciato, oppure acciaio inox secondo quanto richiesto e/o specificato negli elaborati di progetto) di spessore minimo 0,6 mm, eseguito a tratti calandrati (cilindrici per tubazioni e canali circolari) tagliati e ricordati lungo una generatrice;
- rivestimento con guaina di materiale plastico (P.V.C.), sigillato lungo le giunzioni con apposito collante o nastro adesivo fornito dalla stessa casa costruttrice (oppure con il bordo da sovrapporre, già adesivo all'origine). Il materiale dovrà essere omologato in classe 1 di resistenza al fuoco (da documentare);
- guaina di PVC non plastificato, di spessore minimo 3/10 mm, realizzato a tratti cilindrici tagliati lungo una generatrice. Il fissaggio lungo la generatrice, avverrà previa sovrapposizione del giunto, mediante rivetti in materiale intaccabile agli agenti atmosferici. La giunzione fra i tratti cilindrici sarà ottenuta per sovrapposizione e rivettatura degli stessi. Le testate delle tubazioni saranno finite con collarini in lamierino di alluminio,
- verniciatura esterna, utilizzabile solo nel caso di componenti isolati con guaina o lastra di caucciù/neoprene, eseguita con due mani di apposita vernice (tinta a scelta della DL) esclusivamente fornita, o quanto meno, di tipo indicato dal fornitore dell'isolante.
- la vernice dovrà comunque essere di tipo elastico, come il sottostante materiale isolante, per evitare screpolature ed essere di tipo resistente agli agenti atmosferici specialmente ai raggi UV .

### 5.3.2 **Modalità di posa in opera**

#### 5.3.2.1 Generalità

Per gli isolamenti e le finiture descritti in precedenza le modalità di installazione sono già contenute nella relativa descrizione. Nel presente capitolo vengono riportate, oltre ad alcune prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera di tipi di isolamento termico e relative finiture che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

#### 5.3.2.2 Modalità di posa in opera per l'isolamento di pompe, valvole, dilatatori, filtri, ecc.

Nel caso di impiego di gusci isolanti prestampati per apparecchiature e valvolame convoglianti acqua refrigerata, gli stessi dovranno essere accuratamente incollati lungo le giunzioni e (salvo che per i gusci in caucciù o neoprene espanso) trattati con barriera al vapore esterna, eseguita nello stesso modo che per l'isolamento delle tubazioni.

Qualora fosse utilizzato nastro di caucciù o neoprene espanso oppure nastro costituito da impasto di prodotto bituminoso e graniglia di sughero, lo stesso dovrà essere posto in opera dopo aver ben pulito le superfici del componente, senza stirarlo ed avvolgendolo in più strati, fino a raggiungere uno spessore di almeno 15 mm.

L'isolamento di valvolame, filtri, ecc., dovrà, in ogni caso, essere realizzato ovunque sussistano pericoli di condensa (acqua fredda e/o refrigerata) e nel caso di apparecchiature soggette a pioggia o a gocciolamenti, ed in modo tale da essere assolutamente stagno, impermeabile all'acqua ed al vapore, ricorrendo esclusivamente all'uso di sigillanti siliconici o poliuretanici in tutti i punti ove ciò sia necessario.

Si rammenta che l'isolamento termico di compensatori o giunti (ove presenti) dovrà consentire gli spostamenti dei compensatori o giunti stessi.

#### 5.3.2.3 Modalità di posa in opera per la finitura degli isolamenti

##### 5.3.2.3.1 Generalità

La finitura esterna (ove prevista) degli impianti a vista (tubazioni, canalizzazioni, serbatoi, scambiatori, valvolame ecc.) sarà realizzata a perfetta regola d'arte ed in modo da poter essere facilmente smontata senza distruggerla.

In ogni caso finitura degli isolamenti delle tubazioni, apparecchiature e del valvolame suddetto, dovrà essere realizzata ovunque sussistano pericoli di condensa (acqua fredda e/o refrigerata) e nel caso di apparecchiature soggette a pioggia o a gocciolamenti, in modo da essere assolutamente stagno, impermeabile all'acqua ed al vapore, ricorrendo esclusivamente all'uso di sigillanti siliconici o poliuretanici in tutti i punti ove ciò sia necessario.

Nel caso di componenti posti all'esterno, le giunzioni delle finiture dovranno essere eseguite e poste in posizioni tali da non facilitare l'infiltrazione di acqua di pioggia (ad esempio, per tubazioni orizzontali, le giunzioni longitudinali della finitura saranno tutte poste lungo la generatrice inferiore).

Si rammenta che la finitura esterna (ove vi sia) dovrà consentire gli spostamenti degli eventuali compensatori di dilatazione o giunti.

#### 5.3.2.3.2 Finitura in lamierino metallico

Per i rivestimenti esterni in lamierino metallico il fissaggio, lungo la generatrice, avverrà previa ribordatura, sigillatura con silicone o simili e sovrapposizione del giunto, mediante viti autofilettanti in acciaio inox o altro equivalente materiale inattaccabile dagli agenti atmosferici. La giunzione fra i tratti cilindrici avverrà per sola sovrapposizione e ribordatura dei giunti, previa accurata sigillatura con silicone o simile. I pezzi speciali, quali curve, T, etc. saranno pure in lamierino, eventualmente realizzati a settori. Anche per i serbatoi, scambiatori etc. il lamierino potrà essere a settori, fissati con viti autofilettanti - rivetti (almeno per quanto riguarda i fondi). In ogni caso tutte le giunzioni dovranno essere accuratamente sigillate. Per il valvolame, filtri e simili si useranno gusci stampati/calandrati, fissati ed apribili con clips.

#### 5.3.2.3.3 Finitura con guaina in plastica

Il rivestimento con guaina di materiale plastico (P.V.C.) sarà sigillato lungo le giunzioni con apposito collante o nastro adesivo fornito dalla stessa casa costruttrice (oppure con il bordo da sovrapporre, già adesivo all'origine). Tutte le curve, Tee, ecc., saranno rivestite con i pezzi speciali (gusci) già disponibili in commercio, posti in opera con le stesse modalità. I pezzi racchiudenti dilatatori, giunti, valvolame o simili dovranno essere smontabili facilmente, senza danneggiarli.

Nelle testate saranno usati collarini di alluminio, perfettamente sigillati.

In ogni caso particolare cura dovrà essere posta nella sigillatura dei giunti nel caso di tubazioni, canalizzazioni o serbatoi posti all'esterno, per evitare infiltrazioni d'acqua.

#### 5.3.2.3.4 Verniciatura esterna dell'isolamento

La verniciatura di componenti isolati con guaina/lastra di caucciù/neoprene avverrà previa pulizia preliminare della superficie esterna che elimini ogni eventuale traccia di sporco, unto o polvere.

#### 5.3.2.4 Protezione e pulizia dei materiali

Isolamenti termici a vista e/o finiture degli isolamenti stessi sia durante la loro giacenza in cantiere prima della posa in opera, che dopo l'installazione dovranno essere protetti contro l'insudiciamento ed i possibili danni dovuti alle operazioni di cantiere e agli agenti atmosferici mediante l'impiego di teli di nylon adeguatamente posizionati e fissati. Tali protezioni potranno essere tolte solo in occasione di prove e collaudi (per essere poi ripristinati) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione lavori non accetterà materiali insudiciati e/o danneggiati per

la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quei materiali che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale del materiale (dovuta a tale inadeguata conservazione).

#### 5.3.2.5 Identificazione dei circuiti

Come citato nell'apposito paragrafo sull'identificazione delle tubazioni, all'interno delle centrali e delle sottocentrali e lungo tutti i percorsi delle tubazioni, queste saranno dotate di fascette colorate per l'individuazione del fluido convogliato e frecce indicatrici della direzione del flusso, lunghe 30 cm, e poste ogni 10 m, il tutto compreso nel prezzo unitario in opera delle tubazioni e/o dell'isolamento/finitura. Fascette e frecce saranno naturalmente applicate sopra l'isolamento, ove presente. I colori saranno quelli della norma UNI 5364:1976.

In alternativa alle fascette colorate, potrà essere scritto il tipo di fluido (la scritta dovrà essere concordata con la Direzione Lavori). In ogni caso non sono ammesse scritte eseguite a mano (a pennarello o simile).

#### 5.3.3 **Prove, controlli e certificazioni**

In generale, ove fisicamente possibile, tutti gli isolamenti dovranno generalmente portare stampigliati (in maniera resistente) all'origine sulla superficie esterna il marchio CE il nome del produttore ed i dati riguardanti il materiale, il lotto e l'anno di produzione, il diametro e le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, ecc. e/o le leggi (ove esistenti) di riferimento. La stampigliatura sarà ripetuta ad intervalli regolari non superiori a 3 (tre) metri. Anche gli imballi saranno regolarmente etichettati e marcati CE. Per gli isolamenti mancanti della citata stampigliatura l'Appaltatore ha l'obbligo contrattuale di fornire le certificazioni CE, le dichiarazioni di conformità, le certificazioni di prova ed eventuali omologazioni rilasciate dal produttore o dal fornitore e/o da enti preposti riconosciuti (controfirmate dall'Appaltatore stesso) riportanti i dati sopra indicati.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, ad eseguire campionature dei tipi e sistemi di isolamento e fornire la certificazione di conformità del materiale impiegato ai campioni omologati; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non eseguiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

La Direzione Lavori potrà rifiutare tutti quegli isolamenti, pur se già installati, che risultino (per qualsiasi motivo) non conformi al contratto o ai campioni approvati o che, comunque (anche se



conformi a campioni approvati), non siano eseguiti secondo contratto o secondo le buone regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato. L'Appaltatore è obbligato, in tal caso, alla sostituzione con altri, conformi ed approvati, ed al loro completo rifacimento nel modo corretto, il tutto a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente.

Gli spessori si intenderanno e saranno sempre misurati in opera e si rifaranno al solo materiale isolante, esclusa finitura.

Le conduttività termiche dovranno essere sempre documentate da certificati di Istituti autorizzati, e valutate (salvo specifiche indicazioni diverse) a 40°C.

Qualora la conduttività termica dei materiali impiegati sia diversa da quella necessaria per gli spessori di Legge, sarà onere e cura dell'Appaltatore adeguare gli spessori a proprie spese, senza aumento di prezzo alcuno.

E' obbligo dell'Appaltatore proteggere da danneggiamenti di qualsiasi tipo gli isolamenti già posti in opera (ad esempio per tubazioni a pavimento) in quanto non saranno accettati rappezzi o simili. Quindi l'Appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti del caso (protezioni con teli di nylon, oppure con tavolati provvisori, o con malta a seconda dei casi).

## 5.4 Compressori

### 5.4.1 Caratteristiche tecniche generali

Tutti i compressori saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere dotati di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredate della relativa dichiarazione di conformità; il tutto ai sensi della "Direttiva Macchine" 2006/42/CE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;
- essere adatti ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruite, testate, provate in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti energetici, ambientali e di sicurezza (Direttiva bassa tensione 2006/95/CE, Direttiva compatibilità elettromagnetica EMC 2004/108/CE, Direttiva Macchine 2006/42/CE, Direttiva PED 97/23/CE, D.Lgs. 81/2008; ecc.);
- essere corredati di targa metallica, con stampigliati in maniera chiara ed indelebile il nome del costruttore, l'anno di costruzione e tutte le sue caratteristiche principali (portata aria, pressione massima di esercizio, numero di giri, assorbimento elettrico, ecc.).



Nelle descrizioni che seguono non sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti devono essere conformi, ma, sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti non rispondenti saranno rifiutati.

La scelta degli apparecchi dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- basso assorbimento elettrico dei motori a parità di prestazioni;
- silenziosità di funzionamento;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità

#### **5.4.2 Caratteristiche tecniche specifiche**

Il compressore è tipo semi-ermetico a vite e dovrà essere dello stesso modello di quelli già presenti, per consentire l'impiego in sostituzione / back up e per attuare una rotazione di servizio.

#### **5.4.3 Modalità di posa in opera**

##### **5.4.3.1 Generalità**

Alcune delle modalità di posa in opera sono già contenute nelle descrizioni precedenti dei vari componenti. Nel presente capitolo vengono riportate, oltre ad alcune prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera richiedenti particolari avvertenze o accorgimenti.

Tutte le apparecchiature per la produzione di aria compressa dovranno essere installate osservando tutte le indicazioni di progetto e/o del costruttore in ordine a spazi di rispetto per la manutenzione ordinaria e straordinaria.

In particolar modo tutti i compressori dovranno essere sempre dotati di:

- supporti antivibranti adeguatamente dimensionati in relazione al carico, al tipo di macchina e dalle caratteristiche elastiche della struttura edilizia di sostegno, a molla o a blocco di neoprene, fissati sia al gruppo che alle strutture edili. I supporti dovranno anche tener conto delle sollecitazioni sismiche, con riscontri laterali che ne impediscano sia il ribaltamento che gli spostamenti laterali in ogni direzione sotto l'effetto del sisma;
- giunti antivibranti in neoprene o gomma sulle tubazioni di distribuzione dell'aria compressa dalla macchina;
- filtri per la rimozione di olio, acqua e polvere dall'aria compressa utilizzata.

Le tubazioni collegate alle macchine non dovranno gravare con il loro peso sulle macchine stesse e/o sui loro attacchi flangiate o filettati; i collegamenti dovranno essere eseguiti con l'interposizione di giunti elastici antivibranti ed in modo tale da poter essere facilmente smontati per la manutenzione dei vari componenti. A tal fine, le tubazioni non dovranno essere installate in

modo da ostacolare la manutenzione e/o lo smontaggio di parti della macchina.

#### 5.4.3.2 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutte le apparecchiature per la produzione di aria compressa durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale e/o con l'impiego di teli di nylon accuratamente posizionati e fissati, così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà apparecchi insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quegli apparecchi o parti di essi che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale dell'apparecchio (dovuta a tale inadeguata conservazione).

#### 5.4.4 Prove, controlli e certificazioni

Tutti i compressori dovranno portare stampigliati (in maniera resistente) all'origine su un'apposita targhetta esterna il nome del produttore, l'anno di produzione e la sigla di fabbrica, le caratteristiche tecniche principali come portata aria, pressione massima di esercizio, numero di giri, assorbimento elettrico, ecc..

Per tutti i compressori mancanti della citata stampigliatura l'Appaltatore ha l'obbligo contrattuale di fornire le certificazioni ed omologazioni rilasciate dal produttore o dal fornitore e/o da enti preposti riconosciuti (controfirmate dall'Appaltatore stesso) riportanti i dati sopra indicati.

Le prestazioni degli apparecchi dovranno essere documentate dall'Appaltatore con le schede tecniche del costruttore o, preferibilmente con certificazioni di un laboratorio o Ente riconosciuto, rimanendo peraltro l'Appaltatore unico responsabile nei confronti della Committente della veridicità dei dati forniti.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni delle suddette apparecchiature che propone di installare e fornire la relativa certificazione di conformità (marcatura CE); nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

La Direzione Lavori potrà rifiutare tutte apparecchiature, pur se già installate, che risultino (per qualsiasi motivo) non conformi al contratto o ai campioni approvati. L'Appaltatore è obbligato, in tal caso, alla sostituzione con altre, conformi ed approvate, il tutto a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente.

## 5.5 Unità tecnologiche a servizio delle piste da curling

In questa sezione sono meglio descritte le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali delle unità tecnologiche relativamente a:

- Resistenze di riscaldamento sotto-piste
- Gruppo frigo produzione ghiaccio piste curling
- Linee di distribuzione soluzione glicolata alle piste
- CTA climatizzazione locale curling
- Gruppo frigo climatizzazione locale curling

### 5.5.1 **Resistenze di riscaldamento sotto-piste**

Il sistema è costituito da:

N° 1 serie di resistenze a filo per il riscaldamento del sottofondo in calcestruzzo delle piste al fine di impedire la formazione di eventuale condensa sul solaio, passo spira 30 cm;

N° 1 serie di resistenze a filo di riserva per il riscaldamento del sottofondo delle piste in calcestruzzo al fine di impedire la formazione di eventuale condensa sul solaio, passo spira 30 cm;

N° 1 serie di resistenze a filo per il riscaldamento del sottofondo deposito stones in calcestruzzo al fine di impedire la formazione di eventuale condensa sul solaio, passo spira 32 cm;

N° 1 serie di resistenze a filo di riserva per il riscaldamento del sottofondo deposito stones in calcestruzzo al fine di impedire la formazione di eventuale condensa sul solaio, passo spira 32 cm;

N° 2 sonde di temperatura a filo (1 per ogni pista) con traduttore di segnale 4-20 mA o 0-10V con tecnica a fili

N° 2 tubi ciechi in acciaio inox AISI 304 per il contenimento delle sonde di temperatura da posizionare nel calcestruzzo al fine di rilevare costantemente le temperature del massetto. Le tubazioni terminano in pozzetti ispezionabili al fine di consentire la manutenzione delle sonde di temperatura.

### 5.5.2 **Gruppo refrigeratore per produzione ghiaccio piste curling**

#### 5.5.2.1 Dati tecnici prestazionali

- Fabbisogno richiesto	kW	150
------------------------	----	-----

- Temperatura aria esterna	°C	+32°
- Prodotto da refrigerare		Acqua e glicole etilenico al 35%
- Temperatura IN prodotto	°C	-8°
- Temperatura OUT prodotto	°C	-11°
- Tipo evaporatore		A Fascio Tubiero
- Gas refrigerante		R449A
- Tensione di alimentazione	V/Hz	400/3/50
- Tipo condensazione		AD ARIA
- Pompe di circolazione	n.	1+1
- Serbatoio di accumulo	Lt.	1.500

#### 5.5.2.2 Descrizione sintetica della fornitura

Refrigeratore di liquidi funzionante a freon **R449A** dotato di **n.04 compressori semiermetici BITZER modello 6HE-28Y** da 35 HP/cad. collegati in parallelo a coppia, per un totale di **n.02 circuiti frigoriferi** separati e completamente indipendenti.

Tensione di alimentazione 400/3+N/50 Hz.

Tensione circuiti ausiliari 230/1/50 Hz.

L'unità è realizzata per l'installazione all'esterno con cofanatura del tipo autoportante in lamiera di acciaio zincato a forte spessore e ulteriormente protetto dopo le varie lavorazioni con vernici poliesteri a forno (colorazione grigio RAL-9006).

La viteria di assemblaggio carpenteria è in **acciaio inox**.

La pannellatura mobile per l'ispezione macchina è facilmente asportabile per una rapida accessibilità.

Il basamento di appoggio prevede feritoie per il carico, scarico e posizionamento in cantiere.

Il condensatore ad aria è del tipo a batteria alettata realizzato con tubi di rame e alettatura in alluminio e protetto verso l'esterno con griglia metallica.

I ventilatori condensatore sono del tipo assiale a basso numero di giri con grado di protezione IP 54 e completi di griglie di protezione.

Il compressore è del tipo semiermetico alternativo completo di:

- Rubinetti di aspirazione e mandata;
- Resistenza carter;
- Modulo elettronico di protezione termica con termistori;

- Pressostato differenziale dell'olio;
- N°02 INVERTER (n°01 per ogni compressore leader di ciascun circuito)

La resa di ciascun compressore alle condizioni di  $T_{\text{evap.}} / T_{\text{cond.}}$  di  $-15^{\circ}/+45^{\circ}\text{C}$  è di 42.300 W per un totale di **169.200 W**.

N°1 evaporatore del tipo a Fascio Tubiero a 2 circuiti, completo di valvole termostatica elettronica, coibentato esternamente con lastra a celle chiuse classe 1.

Numero evaporatori	n.	1 a 2 circuiti
Tipo		A Fascio Tubiero
Evaporatore		Alfa Laval
Prodotto da refrigerare		Acqua e glicole etilenico al 35%
Temperatura IN prodotto	°C	-8°
Temperatura OUT prodotto	°C	-11°

Ogni circuito frigorifero è realizzato interamente con tubo di rame decapato e comprende:

- AV – Antivibranti di mandata e aspirazione compressore;
- SL – Separatore di liquido in aspirazione;
- Ricevitore di liquido con doppia valvola di sicurezza alta pressione e rubinetto di scambio;
- Spia di flusso con indicatore di umidità;
- Valvola solenoide sulla linea del liquido;
- Filtro freon disidratatore;
- Pressostato di alta pressione a riarmo manuale;
- Pressostato di alta pressione a riarmo automatico;
- Sonda di bassa pressione 4-20 mA.
- Manometri di alta e bassa pressione e olio.

Quadro elettrico generale, installato a bordo macchina, del tipo elettromeccanico completo di pannello interno di protezione, porta di chiusura interna interbloccata con il sezionatore generale e porta esterna.

I principali componenti sono:

- Sezionatore generale con blocco porta.

- Magnetotermici di protezione linea ausiliaria.
- Magnetotermici di protezione linee potenza.
- Contattori.
- Relè ausiliari.
- Timer di ritardo avviamento compressori.
- SFC – Controllo di condensazione con regolatore di giri a taglio di fase
- Morsettiera generale numerata.
- Microprocessore elettronico di gestione Carel pCO5+.
- Termostato antigelo.
- Flussostato acqua (fornito a corredo)

**Circuito idraulico da 5" completo di:**

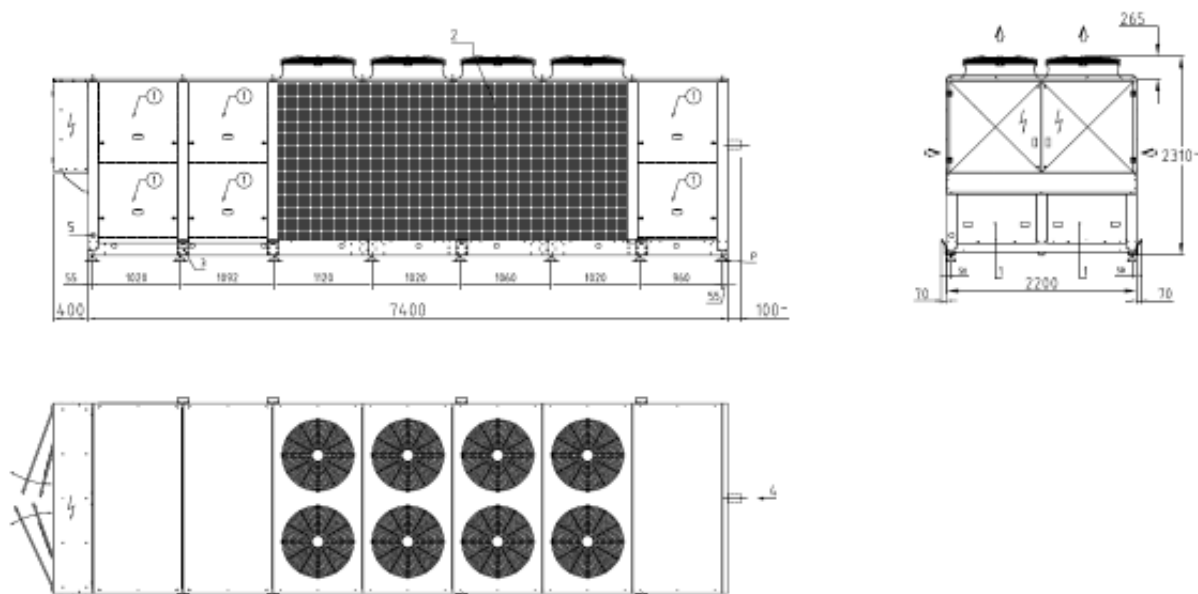
- N°2 elettropompe di circolazione acqua glicolata di primario (1 + 1 di riserva) tipo Grundfos con  $Q=55 \text{ m}^3/\text{h}$ , prevalenza utile 28 m.c.a.;
- Serbatoio inerziale da 1.500 litri coibentato
- Serbatoio in plastica da 100 litri per il reintegro manuale della carica;
- N°1 elettropompa per il reintegro manuale della carica  $Q= 2 \text{ mc/h}$ , prevalenza 35 m.c.a.;
- Filtro a Y;
- Vaso d'espansione a membrana;
- Valvole a sfera;
- Valvole di ritegno;
- Prese per manometro con flange di prova;
- Sonde di temperatura;
- Pressostato differenziale.

Condensatore con 8 ventilatori diametro 800 mm.

Superficie  $1.646 \text{ m}^2$

Portata d'aria  $152.000 \text{ m}^3/\text{h}$

Dimensioni unità [mm]: 7.400+400 x 2.200 x 2.310 H



Struttura con piedini antivibranti.

Il refrigeratore è completo della carica di olio incongeloabile + scorta e della carica del gas refrigerante

In base alla collocazione sul tetto piano all'aria libera, l'adozione dei rilevatori di gas ai sensi della normativa FGAS è opzionale in quanto difficilmente efficienti in caso di perdite di gas accidentali.

### 5.5.3 Linee di distribuzione soluzione glicolata alle piste

#### 5.5.3.1 Tubazioni di collegamento fra refrigeratore e collettori piste

Le tubazioni di collegamento fra il refrigeratore posto sul tetto piano ed i collettori di distribuzione delle piste posti nel cunicolo ispezionabile lato corto delle piste.

Nel dettaglio le tubazioni sono costituite da:

- tubazione DN 125 in polipropilene preisolato per esterni SDR 11 PN minimo 12,5 bar;
- n°12 curve DN 125 in polipropilene preisolate per esterni SDR 11 PN minimo 12,5 bar;
- n° 4 flange DN 125 PN 16 per i collegamenti delle tubazioni al refrigeratore ed ai collettori;
- n° 4 isolamenti termici per flange e rivestimento esterno come tubazioni DN 125.
- n° 1 serie di staffe zincate e certificate per il sostegno delle tubazioni DN 125

#### 5.5.3.2 Tubazioni di collegamento collettori piste e distribuzione piste

- tubazione DN 125 in polipropilene SDR 11 PN minimo 12,5 bar per collettori;
- n°4 curve DN 125 in polipropilene SDR 11 PN minimo 12,5 bar per collettori;
- n° 2 fondelli DN 125 in polipropilene SDR 11 PN minimo 12,5 bar per collettori;

- n° 2 flange DN 125 PN 16 per i collegamenti dei collettori e le tubazioni provenienti dal refrigeratore;
- n° 1 serie di staffe zincate, isolate e certificate per il sostegno dei collettori;
- n° 1 serie di collegamenti fra i collettori e le tubazioni DN 25 componenti le piste e del deposito stones;
- n° 1 serie di curve a 180° delle tubazioni DN 25 componenti la distribuzione delle piste e del deposito stones;
- n° 1 serie di manicotti per termosaldatura delle curve DN 25 e tra le tubazioni ed i collettori;
- n° 1 serie di staffe in polipropilene per il fissaggio delle tubazioni componenti le piste prima del getto finale in calcestruzzo;

#### 5.5.3.3 Glicole etilenico inibito blu

- N° 1 quantitativo di glicole etilenico inibito blu per la preparazione della soluzione glicolata di raffreddamento avente la seguente percentuale in peso: 35% glicole etilenico, 65% acqua trattata;
- n° 1 quantitativo di soluzione glicolata come sopra per il riempimento del serbatoio di reintegro manuale posto nel refrigeratore

#### 5.5.4 CTA climatizzazione locale piste

L'impianto è costituito da:

La Centrale Trattamento Aria a sezioni componibili è realizzata, in conformità alle normative europee UNI EN 1886, alla specifica della norma UNI EN 12100 e alle direttive del marchio CE, secondo un sistema che dia assicurazione di qualità certificata ISO 9001/2000. Le prestazioni caratteristiche della macchina dovranno essere garantite in rispetto della norma UNI EN 13053.

**Le Centrali devono essere certificate secondo la normativa di riferimento UNI EN 1886 da un ente terzo indipendente** e devono garantire le seguenti prestazioni:

**Resistenza meccanica dell'involucro:**

- **Classe D1(M)**

**Classe di trafilamento dell'involucro:**

- **Classe L1(M)**

**Perdite di by-pass nel filtro:**

- **Classe F9**

**Trasmittanza termica dell'involucro:**

- **Classe T2**



**Fattore di ponte termico:**

- **Classe TB4**

**Le schede tecniche di selezione e dimensionamento delle centrali di trattamento aria sono parte integrante della specifica tecnica di acquisto e ne costituiscono parte vincolante.**

L'Unità di Trattamento Aria sarà composta dalle seguenti sezioni:

- Presa aria esterna primaria (totale aria esterna), con pale a taglio termico, idonea a produrre un abbattimento dello scambio termico sul 90% della superficie della serranda, con guarnizioni EPDM DIN 7863, resistente ad una escursione termica compresa tra -35 °C. e 120 °C., completa di servocomando ON-OFF completo di interruttore di fine corsa
- Filtro a celle piane acriliche, classe G4 su ingresso aria di processo, portata 1.300 mc/h
- Filtro a tasche, classe F7, su ingresso aria di processo, portata 1.300 mc/h
- Batteria di riscaldamento (preriscaldamento), telaio in acciaio zincato tubi in rame, alette in alluminio
- Batteria di raffreddamento e deumidificazione, telaio in acciaio zincato tubi in rame, alette in alluminio
- Batteria di riscaldamento (postriscaldamento), telaio in acciaio zincato tubi in rame, alette in alluminio

**5.5.4.1 Dimensioni indicative**

- Lunghezza 5.100 mm.
- Larghezza 2.300 mm.
- Altezza 3.500 mm.
- Peso 3.500 kg

Connessioni ed ispezioni:

- Connessioni idrauliche lato sinistro
- Scarico condensa lato destro
- Ispezioni lato destro
- Mandata aria anteriore
- Presa aria esterna posteriore
- Alberi serrande lato sinistro

#### 5.5.4.2 Criteri di funzionamento e dimensionamento

La CTA è stata determinata per funzionare da settembre ad aprile con una regolazione a punto fisso e a portata d'aria costante (regolabile). Di seguito riportiamo i dati di dimensionamento seguiti:

- Aria esterna Inverno  $t = -8^{\circ}\text{C}$ .
- $U = 90\%$
- $H = -0,9 \text{ kcal/kg } (-3,8 \text{ kJ/kg})$
- Aria esterna Estate  $t = +32^{\circ}\text{C}$ .
- $U = 50\%$
- $H = 20,3 \text{ kcal/kg } (85 \text{ kJ/kg})$
- Portata aria di processo  $25.000 \text{ mc/h}$

Fluidi termovettori:

- Acqua calda Ti/Tu  $70/60^{\circ}\text{C}$ .
- Acqua glicolata refriger. Ti/Tu  $-1/+4^{\circ}\text{C}$ .

#### 5.5.4.3 Sezioni

Tutte le sezioni delle CTA devono essere unite tra loro internamente per mezzo di un sistema di accoppiamento maschio/femmina che garantisca la massima precisione e rapidità di assemblaggio.

Su tutto il perimetro di congiunzione fra le varie sezioni della struttura portante deve essere interposta guarnizione (polietilene) adesiva in grado di assicurare una perfetta tenuta.

Tutte le superfici interne delle UTA devono essere perfettamente complanari e gli angoli interni del profilo devono avere un raggio di curvatura di 2mm, così da evitare qualsiasi possibilità di accumulo di sporcizia, polvere, ecc. e consentire una facile pulizia. Nelle sezioni in cui le operazioni di manutenzione prevedono l'accesso del personale all'interno della macchina, il pannello di fondo deve essere rinforzato da un passerella pedonabile in grado di sopportare il peso senza deformazioni.

All'interno delle sezioni ispezionabili deve essere installato un impianto di illuminazione con lampade a 24 V con interruttore cablato ed installato all'esterno della CTA.

I tamponamenti interni devono essere realizzati in:

- **Lamiera zincata**

Tutte le sezioni devono poggiare su un basamento perimetrale opportunamente rinforzato di altezza minima pari a 140mm costruito in lamiera zincata di forte spessore che fornisca un' ottima rigidità. Il basamento deve essere dotato di fori per il sollevamento della centrale.

Le centrali installate all'esterno devono essere dotate di un tetto parapiovvia con falde sporgenti per lo scolo dell'acqua realizzato in:

- **Lamiera Zincata Preverniciata**

Il tetto deve essere fissato alla struttura con viti in Acciaio INOX provviste di guarnizioni di tenuta per impedire le infiltrazioni di acqua e la formazione di corrosioni dovute al contatto di metalli diversi in ambiente umido.

Tra le giunzioni delle sezioni di copertura devono essere interposti dei tegolini ad U per evitare l'infiltrazione d'acqua.

Il vano tecnico per proteggere i sistemi di controllo dagli agenti atmosferici realizzato con lo stesso tipo di struttura dell'involucro

#### 5.5.4.4 Struttura portante

La struttura portante deve essere costituita da:

- **Profilati estrusi di alluminio UNI 9006/1 T5 Anticorodal**

dotati di una sagomatura antinfortunistica. I profilati devono essere saldamente collegati tra loro, con giunti d'angolo a tre vie in nylon rinforzati con fibra di vetro completamente chiusi all'interno. Il profilo deve essere dotato di una particolare sagoma che contenga le viti di fissaggio dei pannelli affinché gli interni delle CTA risultino completamente lisci e privi di sporgenze.

Il profilo deve essere da:

- **70mm per pannello da 54mm di spessore**

#### 5.5.4.5 Pannellatura

Il pannello, di tipo sandwich, deve avere spessore :

- **54mm**

Il pannello deve essere coibentato con:

- **Poliuretano espanso iniettato (densità circa 45kg/m<sup>3</sup>)**

**La classe di reazione al fuoco del pannello deve essere certificata da ente terzo indipendente e risultare:**

- **Classe di reazione al fuoco "1" (UNI EN 9177)**

Il pannello deve essere fissato al telaio mediante viti autoperforanti zincate alloggiato all'interno di bussole di copertura applicate al pannello, garantendo così l'isolamento interno ed esterno della vite stessa.

Il passo fra le bussole deve essere determinato secondo la depressione/pressione all'interno macchina.

Il pannello deve essere dotato di una particolare sagomatura che, nell'accoppiamento con il profilo, permetta di ottenere una superficie interna alla CTA priva di sporgenze, garantendo le prestazioni aerauliche e rendendo estremamente agevoli e sicure le operazioni di pulizia e manutenzione.

Il pannello deve essere realizzato in :

- **Interno in Lamiera zincata tipo FePO2GZ200 Sp. 0,5mm**
- **Esterno in Lamiera zincata Preverniciata Sp. 0,5mm**

#### 5.5.4.6 Guarnizioni di tenuta

La guarnizione di tenuta, tra pannello e profilo sarà di materiale poliuretano, colata a caldo in continuo direttamente sul pannello, così da garantire la perfetta adesione, la massima tenuta al trafilamento, la migliore durata e stabilità nel tempo.

#### 5.5.4.7 Portine d'ispezione

Le portine d'ispezione realizzate come il pannello, devono essere dotate di almeno due maniglie in nylon rinforzate con fibra di vetro, devono essere lucchettabili e garantire una rapida e comoda apertura verso l'esterno.

Le portine di accesso devono essere dotate di:

- **Oblò in materiale plastico con guarnizione di tenuta**
- **Lampada d'illuminazione IP 65 cablata con interruttore posto all'esterno dell'unità**

Nelle sezioni ventilanti, le portine devono essere dotate di :

- **Controportina in Lamiera zincata apribile mediante utensile**
- **Microswitch**
- **Oblò in materiale plastico con guarnizione di tenuta**
- **Lampada d'illuminazione IP 65 cablata con interruttore posto all'esterno dell'unità**

#### 5.5.4.8 Sezioni filtranti

Devono essere dotate di:

**Filtri per polvere grossa**

Prefiltri di tipo ondulato in fibra sintetica a celle rigenerabili per polvere grossa spessore 48 o 98mm con setto filtrante autoestinguente in fibra legata mediante resina clorovinilica, completi di telaio in lamiera zincata con profilo ad U sp.8/10, con doppia rete elettrosaldata zincata maglia 12x12 oppure 12x25.

I filtri ondulati devono essere alloggiati all'interno macchina su guide di scorrimento che garantiscono una facile estrazione e sostituzione;

Classe di filtrazione del filtro per polvere grossa:

- **Filtro classe G4 (EN 779)**

#### **Filtri per polvere fine**

Filtri di tipo multidiedro a tasche rigide in fibra sintetica per polvere fine spessore 290mm con setto filtrante autoestinguente classe 1; la tenuta tra i pacchi filtranti e il telaio è garantita mediante sigillante poliuretanico. I filtri sono fissati a controtelai in lamiera zincata o acciaio inox con bloccaggio a molla, con interposizione di guarnizione di tenuta; i controtelai devono essere predisposti all'interno macchina su appositi telai realizzati con lo stesso materiale dei tamponamenti e dei contotelai stessi.

Classe di filtrazione del filtro per polvere fine:

- **Filtro classe F7 (EN 779)**

Materiale controtelaio filtri per polvere fine:

- **Controtelaio in Lamiera di Acciaio zincato**
- **Pressostato differenziale per controllare il livello di efficienza del filtro**
- **Manometro differenziale analogico mod. Dwyer Magnehelic® II 0-500Pa (0-1kPa)**

#### **5.5.4.9 Batterie di scambio termico (raffreddamento)**

Le batterie di scambio termico devono essere installate su guide che permettano una facile estrazione, gli attacchi di ingresso e di uscita dell'acqua devono essere situati sullo stesso lato e devono essere corredati di una guarnizione a disco di gomma, che ostacola il passaggio d'aria fra l'interno e l'esterno macchina. L'alimentazione deve essere effettuata dal basso verso l'alto per facilitare lo sfiato delle bolle d'aria. Sul collettore di uscita dell'acqua deve essere prevista una valvola 1/4" per lo sfogo dell'aria, sul collettore di entrata dell'acqua deve essere prevista una valvola 1/4" per lo scarico dell'acqua. I circuiti devono essere realizzati per fornire la circolazione acqua - aria in contro corrente; qualora la superficie del pacco alettato superi i 7m<sup>2</sup> dovrà essere suddivisa su due batterie; la velocità dell'acqua all'interno dei tubi non dovrà superare 1,5m/s; la pressione di progetto delle batterie è 10,0 bar, la temperatura di progetto è 7,0°/12,0°C.

Le batterie di raffreddamento sono munite di una bacinella di raccolta condensa costruita in Acciaio INOX AISI 304 con angoli arrotondati con forte pendenza verso il punto di drenaggio. Lo scarico delle bacinelle deve essere dalla parte del lato ispezionabile.

Il telaio deve essere realizzato in

- **Acciaio zincato**

I tubi di scambio con passo:

- **P40**

Devono essere realizzati in:

- **Rame Sp. 0,4mm**

Le alette devono essere realizzate in:

- **Alluminio Sp. 0,13mm**

Il passo delle alette deve essere non inferiore a:

- **4mm**

I collettori devono essere realizzati in:

- **Acciaio**

Le batterie devono essere alimentate:

- **Ad acqua**

#### Dati tecnici batteria di raffreddamento e deumidificazione

- Numero di ranghi		Minimo 15
- Fluido refrigerante		Miscela acqua / glicole etilico inibita
- Temperatura refrigerante IN	°C	-1°
- Temperatura refrigerante OUT	°C	+4°
- Perdita di carico lato refrigerante	kPa	Massimo 60
- Portata aria	m³/h	25.000
- Temperatura aria IN	°C	+15°
- Temperatura aria OUT	°C	+2°
- Perdita di carico lato aria	Pa	Massimo 400
- Potenza termica totale	kW	143
- Potenza termica sensibile	kW	110

#### 5.5.4.10 Separatore di gocce

Il separatore di gocce deve essere realizzato in:

- **Telaio in Acciaio Zincato ed alette in Polipropilene**

**5.5.4.11 Batterie di scambio termico (riscaldamento)**

Le batterie di scambio termico devono essere installate su guide che permettano una facile estrazione, gli attacchi di ingresso e di uscita dell'acqua devono essere situati sullo stesso lato e devono essere corredati di una guarnizione a disco di gomma, che ostacola il passaggio d'aria fra l'interno e l'esterno macchina. L'alimentazione deve essere effettuata dal basso verso l'alto per facilitare lo sfiato delle bolle d'aria. Sul collettore di uscita dell'acqua deve essere prevista una valvola 1/4" per lo sfogo dell'aria, sul collettore di entrata dell'acqua deve essere prevista una valvola 1/4" per lo scarico dell'acqua. I circuiti devono essere realizzati per fornire la circolazione acqua - aria in contro corrente; qualora la superficie del pacco alettato superi i 7m<sup>2</sup> dovrà essere suddivisa su due batterie; la velocità dell'acqua all'interno dei tubi non dovrà superare 1,5m/s; la pressione di progetto delle batterie è 10,0 bar, la temperatura di progetto è 65°/55°C.

Il telaio deve essere realizzato in:

- **Acciaio zincato**

I tubi di scambio con passo:

- **P40**
- **P60**

Devono essere realizzati in:

- **Rame Sp. 0,4mm**

Le alette devono essere realizzate in:

- **Alluminio Sp. 0,13mm**

Il passo delle alette deve essere non inferiore a:

- **2,5mm**

I collettori devono essere realizzati in:

- **Acciaio**

Le batterie devono essere alimentate:

- **Ad acqua**

**Dati tecnici batteria di preriscaldamento**

- Numero di ranghi		Minimo 1
- Fluido refrigerante		Acqua
- Temperatura refrigerante IN	°C	-65°
- Temperatura refrigerante OUT	°C	+55°
- Perdita di carico lato refrigerante	kPa	Massimo 30
- Portata aria	m <sup>3</sup> /h	25.000
- Temperatura aria IN	°C	+6,6°
- Temperatura aria OUT	°C	+10°
- Perdita di carico lato aria	Pa	Massimo 30

- Potenza termica totale	kW	28,64
--------------------------	----	-------

#### Dati tecnici batteria di postriscaldamento

- Numero di ranghi		Minimo 1
- Fluido refrigerante		Acqua
- Temperatura refrigerante IN	°C	-65°
- Temperatura refrigerante OUT	°C	+55°
- Perdita di carico lato refrigerante	kPa	Massimo 40
- Portata aria	m³/h	25.000
- Temperatura aria IN	°C	+2°
- Temperatura aria OUT	°C	+12°
- Perdita di carico lato aria	Pa	Massimo 30
- Potenza termica totale	kW	85

#### 5.5.4.12 Sezione ventilante

La sezione ventilante deve essere dotata di ventilatori centrifughi a doppia aspirazione di tipo a:

- **Plug-fan con motore direttamente accoppiato**

Tutte le giranti devono essere equilibrate staticamente e dinamicamente con grado di precisione G = 2,5 in accordo con la normativa ISO 1940-1 e gli squilibri residui devono rientrare nei valori consentiti dalla norma.

La costruzione, le prestazioni e le caratteristiche di funzionamento devono essere in accordo con le norme DIN 24163, BS848-1 e AMCA 210.

Gli alberi dei ventilatori devono essere costruiti in acciaio rettificato al carbonio C45 e protetti con verniciatura anticorrosiva. I cuscinetti devono essere del tipo a sfere a tenuta stagna, autoallineanti con bloccaggio all'albero mediante anello eccentrico.

Il motore, completo di slitta, ed il ventilatore devono essere alloggiati su un unico basamento, costruito in lamiera zincata sp.20/10 o sp. 30/10, isolato dalla struttura della sezione mediante sospensioni del tipo:

- **A molla**

La bocca del ventilatore deve essere collegata al pannello o alla tamponatura interna mediante un giunto antivibrante completo di flangia in lamiera zincata e tela flessibile in tessuto PVC (autoestinguente), che impedisca il trasferimento di qualsiasi vibrazione alla struttura.

L'accoppiamento tra motore elettrico e ventilatore è diretto.

Il motore elettrico sarà nel numero di poli più adatto alle esigenze di funzionamento e sarà del tipo Efficienza 1 per motori 2 o 4 POLI, Efficienza Premium per motori a 6 o 8 POLI; la costruzione sarà del tipo B3 con grado di protezione IP55, la potenza installata sarà maggiore di almeno il 20% rispetto alla potenza richiesta dal ventilatore. Dovrà prevedersi la dotazione di convertitore di frequenza (inverter) per la regolazione della portata erogata.



Le trasmissioni andranno dimensionate per garantire minimo 100.000 ore di funzionamento dei cuscinetti.

È previsto un dispositivo digitale per la misura della portata aria con segnale di feed-back 0...10V.

#### Ventilatore di mandata

- Portata aria	m <sup>3</sup> /h	25.000
- Potenza elettrica assorbita	kW	10,11
- Potenza elettrica nominale	kW	15
- Prevalenza statica utile	Pa	200

#### Ventilatore di ripresa

- Portata aria	m <sup>3</sup> /h	25.000
- Potenza elettrica assorbita	kW	6,29
- Potenza elettrica nominale	kW	7,5
- Prevalenza statica utile	Pa	200

#### 5.5.4.13 Serrande

Le serrande di regolazione del flusso aria devono essere realizzate con telaio e alette in alluminio, devono avere un movimento contrapposto e guarnizioni di tenuta che assicurano la perfetta tenuta in fase di chiusura.

Le serrande devono essere dotate di un perno in ottone quadrato o rotondo del diametro di 12mm che funge da predisposizione al servocomando. Si può realizzare la coniugazione del movimento di due o più serrande.

#### 5.5.4.14 Sezione silenziante

Sezione completa di setti fonoassorbenti a sezione rettangolare costruiti in lana di vetro tipo AT50 ad alto coefficiente di assorbimento acustico con densità di 60 Kg/m<sup>3</sup>, ricoperti da film in tessuto di vetro antisfaldamento sp. 0,12mm resistente a velocità dell'aria fino a 20 m/s imputrescibile ed ininfiammabile devono avere il telaio di contenimento realizzato in acciaio zincato sp. min. 1mm. I setti a ridosso dei pannelli perimetrali devono avere sp.100mm, i setti interni regolarmente spaziati devono avere spessore 200mm. La spaziatura tra i setti deve essere non superiore a 120mm.

#### 5.5.4.15 Regolazione a bordo

La CTA sarà dotata di quadro elettrico di potenza controllo e comando con PLC applicato a bordo e precablato a tutte le utendene dell'unità stessa, incluse le motorizzazione delle serrande ON-OFF e modulanti, e delle valvole di regolazione.

È prevista tutta la componentistica di regolazione in campo necessaria per il corretto funzionamento della CTA quali: sonde di temperatura, umidità, termostati antigelo, pressostati per il controllo dell'intasamento delle sezioni di filtrazione, sonde di pressione differenziale per il controllo del funzionamento dei ventilatori, etc.

In particolare le batterie di trattamento termico saranno dotate di valvole di regolazione servoazionate con motore elettroidraulico modulanti, e delle valvole di intercettazione, bilanciamento: saranno installate sulle tubazioni predisposte, staffate e alloggiate negli appositi vani tecnici.

### 5.5.5 Gruppo frigo per la climatizzazione del locale curling

Refrigeratore di liquido condensato ad aria completamente preassemblato, utilizzante refrigerante R410A, con caratteristiche termodinamiche efficienti, ed essere equipaggiata con compressori scroll.

Il gruppo frigorifero sarà conforme ai requisiti delle seguenti normative europee:

- Macchine 98/37/CE rivisto,
- bassa tensione direttiva 2006/95/CEE
- Direttiva Compatibilità Elettromagnetica 2004/108/CEE e le raccomandazioni applicabili delle norme europee.
- La sicurezza delle macchine: apparecchiature elettriche nelle macchine, la normativa generale, EN 60204-1,
- Emissioni elettromagnetiche irradiate: IEC 61000-3-3
- Emissioni elettromagnetiche canalizzata: IEC 61000-6-4
- Immunità elettromagnetica: IEC 61000-6-2

#### 5.5.5.1 Dati tecnici prestazionali

- Capacità di raffreddamento	kW	117
- Potenza assorbita	kW	54
- EER		2,17
- ESEER		3,76
- Temperatura Evaporatore IN	°C	+4°
- Temperatura Evaporatore OUT	°C	-1°
- Gas refrigerante		R410A
- Fluido raffreddato		Acqua
- Portata fluido	l/s	7,6
- Temperatura aria esterna	°C	+32°C
- Livello di potenza sonora	dB(A)	90

#### 5.5.5.2 Descrizione sintetica della fornitura

Il gruppo deve essere progettato, costruito e testato in un impianto con un sistema di garanzia della qualità certificato ISO 9001 e con una gestione ambientale certificato ISO 14001.

Inoltre deve essere certificato da Eurovent e deve essere testato in fabbrica prima della spedizione.

Come standard, l'unità sarà in grado di avviarsi e funzionare a pieno carico con temperature che vanno da -10 ° C a 48 ° C con set-point tra il 5 ° e +20 ° C.

I compressori di tipo ermetico scroll sono dotati di un numero limitato di componenti mobili e dotati di un motore elettrico a due poli raffreddato dal gas aspirato e protetto da sensori di temperatura interni. La protezione del compressore è attiva contro la presenza di liquido in ingresso ed avanzata contro sovra-temperatura all'uscita.

La spia livello olio collocata sulla linea di equalizzazione permette la misurazione del livello dell'olio del livello dell'olio quando l'unità è operativa.

Il compressore deve essere caricato con olio poliestere sintetico.

Le unità devono essere dotate di resistenze elettriche del carter per mantenere la lubrificazione ottimale del compressore all'avvio anche nella stagione invernale.

Il monitoraggio della mappa di funzionamento del compressore è garantito dal controllo PLC+ (anche surriscaldamento, basse e alte pressioni).

Il sistema di fissaggio del compressore deve essere indipendente dal telaio dell'unità e installato su blocchi antivibranti flessibili.

Aspirazione e tubazione di scarico compressore, attaccati direttamente alla base del compressore per evitare la trasmissione di vibrazioni al telaio dell'unità.

Lo scambiatore a piastre è in acciaio inossidabile, di rame di tipo saldobrasato.

Lo scambiatore è isolato termicamente con schiuma isolante e protezione dal gelo mediante interruttore di flusso.

Il modulo idronico è munito di resistenza elettrica per la protezione contro il gelo fino a -20 ° C quando l'unità non è operativa.

Scambiatori Aria / ventilatori

Gli scambiatori Aria/ventilatori sono a batteria doppia, verticale con alette in alluminio espansi meccanicamente su tubi di rame. La protezione dei ventilatori è realizzata mediante rete in acciaio rivestita con griglie in polietilene.

I ventilatori sono a basso rumorosità ed azionamento diretto con 11 lame rotanti realizzate di un materiale composito resistente alla corrosione. I Motori sono di tipo trifase modulanti, isolamento classe F, IP55 con protezione dalle acque e la protezione da sovraccarico.

Lo scarico verticale è dotato di protezione in rete d'acciaio rivestito con griglie in polietilene.

Ogni circuito frigorifero è dotato di: una valvola di liquido, spia, un filtro essiccatore, una valvola di espansione elettronica, sensori di pressione e di temperatura, pressostato di alta pressione a riarmo manuale e carica di refrigerante R410A. Tutti i componenti del circuito refrigerante sono brasati o utilizzano connessione flare per la ermeticità totale e duratura.

Il quadro elettrico è composto da scomparti separati con porte montate su cardini: uno scomparto è per il controllo e l'altro per l'alimentazione. La sezione di alimentazione è chiusa con un sezionatore sottocarico. L'alimentazione è singola con 3 fasi senza neutro + equipotenziale.

La tensione del circuito di comando deve essere di 24 V fornita da un trasformatore installato in fabbrica.

Il telaio e il corpo sono realizzati in lamiera di acciaio zincato, verniciato con vernice a polveri poliestere a forno colore grigio chiaro (RAL 7035). I pannelli sono smontabili e le porte devono essere removibili mediante viti 1/4-giro.

L'unità di controllo PLC+ combina intelligenza e la facilità d'uso e controlla in modo permanente tutti i parametri di funzionamento per ottimizzare e gestire il funzionamento dei compressori, delle valvole di espansione, dei ventilatori e delle pompe del gruppo idronico, per ridurre al minimo il consumo di energia e massimizzare l'efficienza dell'unità in tutte le condizioni operative.

La temperatura in entrata e uscita dell'acqua è un controllo PID con equalizzazione dei tempi di funzionamento ed avviamenti dei compressori.

Il controllo della pressione di condensazione da un algoritmo auto-adattativo (velocità del ventilatore).

Il controllo di una o due pompe per l'acqua (pompa di riserva) è eseguita con equalizzazione del tempo di funzionamento e commutazione automatica per la pompa di riserva in caso di guasto.

Il Set-point è compensato in funzione della differenza della differenza tra la temperatura di entrata e uscita dell'acqua.

Le pompe sono dotate di controllo della velocità di funzionamento.

Viene gestito inoltre il bilanciamento delle ore di funzionamento dei compressori, dei ventilatori, e delle pompe.

Il sistema monitorerà l'evoluzione dei parametri operativi (tra cui temperatura, pressione, ecc ...) e si regola per mantenere i compressori nel loro campo operativo. In caso di superamento dei valori massimi, un messaggio di allarme verrà generato e, se necessario, l'unità verrà arrestata.

Le condizioni di fermo macchina previste sono:

- Bassa pressione di aspirazione
- Alta pressione di mandata.
- Permanenza di basso o alto surriscaldamento.
- sovraccarico elettrico su compressori o pompe per l'acqua.
- default sul sensore di temperatura o trasduttore di pressione.
- Perdita di comunicazione.
- sicurezze specifiche.
- Protezione antigelo per scambiatore acqua.
- mancanza di acqua.

L'origine degli incidenti viene determinata con l'indicazione di 50 codici di allarme.

L'Interfaccia utente è realizzata tramite un display LCD dotato di un potenziometro ad azionamento manuale per consentire all'operatore di regolare la luminosità in base alle condizioni di luce ambientale.

I dati vengono visualizzati in testo integrale in italiano. La navigazione avviene tramite menù strutturato ad albero, intuitiva molto simile ai navigatori web.

I menu consentono un rapido accesso a tutti i principali parametri di funzionamento, tra cui:, pressione aspirazione / scarico, tempo di funzionamento del compressore, set-point, temperatura dell'aria, temperatura ingresso / uscita acqua.

Il controllo remoto dell'unità avviene tramite contatti puliti disponibili, che consentono le seguenti:

- Start / stop: contatto aperta l'unità si arresta.
- Doppio set point: la chiusura del contatto attiva un secondo set-point (esempio: modalità non occupato).

- Limitazione della capacità 1 e 2: La chiusura del contatto limita la capacità massima di 3 valori predefiniti.
- Sicurezza utente: questo contatto può essere utilizzato per qualsiasi circuito di sicurezza del cliente, il contatto di chiusura genera un allarme specifico.

Sono inoltre disponibili:

- Uscite discrete per controllo Pompa 1 e 2
- Segnale di allarme funzionamento compressore
- Orologio interno che permette la programmazione dei seguenti parametri di funzionamento: 7 giorni di programmazione / Avvio e arresto dell'unità / temperatura liquido re-impostata / Valore di riferimento resettato in base alla temperatura dell'acqua scambiatore sul delta T.

Il gruppo frigo è dotato di modulo idraulico integrato che comprende: filtro estraibile acqua, vaso di espansione, pompe, trasduttore di pressione, valvole di sicurezza tarata 4 bar, valvole di spurgo aria automatico e scarico. Le tubazioni interne sono in acciaio zincato coibentato con poliuretano espanso. Le connessioni predisposte e realizzate sono a giunto scanalato tipo tipo Victaulic.

La protezione antigelo a servizio del modulo idraulico è realizzata con resistenze elettriche fino a - 20 ° C

Compresa nella fornitura saranno:

- prima carica olio incongelabile
- prima carica gas refrigerante
- prima carica soluzione glicolata etilenica inibita

## 5.6 **Limitazione dei fenomeni di vibrazioni e della rumorosità provocata dagli impianti**

### 5.6.1 **Specifiche tecniche generali**

Gli impianti dovranno essere realizzati in modo da non generare negli ambienti occupati e nell'ambiente esterno livelli sonori inaccettabili e, comunque, superiori a quelli prescritti.

In linea generale, pertanto, si dovrà operare come segue:

- le apparecchiature generanti rumore dovranno essere dotate di adeguato isolamento acustico particolarmente "tarato" per basse frequenze; l'installatore dovrà fornire nel dettaglio le relative caratteristiche acustiche;
- quando prescritto e/o comunque necessario sui componenti aeraulici, saranno installati silenziatori o altri dispositivi su canali;

- gli attraversamenti di solette e pareti da parte di condutture dovranno essere realizzati in modo tale da impedire la trasmissione di rumori e vibrazioni alla struttura, adottando per esempio guaine di disaccoppiamento da condutture e strutture, oppure anelli in gomma o neoprene; per evitare di comprimere eccessivamente la gomma i collari di supporto dovranno essere di due grandezze superiori al diametro delle tubazioni;
- particolare attenzione sarà dedicata all'attenuazione del rumore proveniente dalle centrali o sottocentrali; l'Appaltatore dovrà includere nei prezzi della sua offerta tutti gli accorgimenti atti ad impedire che negli ambienti occupati vengano superati i livelli sonori prescritti.

Nel caso in cui il rumore trasmesso dagli impianti ai locali occupati od all'esterno superasse i valori prescritti, dovranno essere presi (a cura e spese dell'Appaltatore, senza oneri per la SA) adeguati provvedimenti per rientrare nei limiti. I provvedimenti potranno interessare:

- le fonti di rumore, ad esempio sostituendo le apparecchiature scelte con altre più silenziose;
- l'isolamento delle fonti di rumore con cuffie afoniche e protezioni in genere;
- il trattamento dell'ambiente impiegando per pareti, soffitti, pavimenti, prese d'aria, porte, i sistemi ed i mezzi più idonei per ottenere il risultato voluto.

Le parti in movimento delle macchine dovranno essere equilibrate staticamente e dinamicamente. Particolare attenzione sarà rivolta alla scelta delle apparecchiature installate all'esterno allo scopo di contenere la rumorosità sia verso gli edifici vicini, sia verso i sottostanti locali, entro i termini stabiliti dalle normative o decreti vigenti.

Tutte le macchine con organi rotanti o comunque fonti di possibili vibrazioni dovranno essere posate su supporti antivibranti e collegate alle condotte con giunti elastici.

L'Appaltatore è tenuto in ogni caso a redigere e sottoporre alla Direzione lavori, entro i termini contrattuali, i disegni dei basamenti per le apparecchiature di sua competenza ed a fornire prontamente tutti gli eventuali dispositivi antivibranti, compresi nella fornitura, da inserire nelle strutture in muratura.

L'Appaltatore è altresì tenuto a verificare che i basamenti siano realizzati in accordo con quanto previsto.

In ogni caso nella supportazione elastica di macchinari, deve essere assicurato un tipo di isolamento per cui la frequenza propria di risonanza dell'insieme supportato sia inferiore ad  $1/3$  delle frequenza minima forzante.

Quando si debba ricorrere a basamenti inerziali, questi dovranno avere una massa in calcestruzzo da 1 a 3 volte il peso del componente supportato.

La scelta del tipo di antivibrante dovrà essere fatta, oltre che in relazione alle condizioni di carico, considerando anche la temperatura di esercizio e la eventuale presenza di sostanze aggressive.

Isolatori in gomma o neoprene sono da applicarsi per deflessioni fino a 12 mm; per deflessioni statiche più elevate si dovrà ricorrere a molle. Le molle non guidate elicoidali soggette a compressione dovranno avere diametri di spira abbastanza ampi per non piegarsi lateralmente sotto carico (nel caso in cui gli ingombri non permettano ampi diametri si farà ricorso a guide stabilizzatrici).

Per apparecchiature che possono avere variazioni di peso rilevanti (quali ad esempio: boilers, gruppi frigoriferi, torri evaporative, ecc.) dovranno essere previste delle molle con blocchi di fine corsa che impediscano movimenti eccessivi allo scarico.

Saranno previsti quando necessario dei reggispinta per oscillazioni trasversali.

Le condutture in genere dovranno essere supportate con dispositivi tali che evitino la trasmissione alla struttura edile di vibrazioni residue, provenienti dalle macchine o dovute alla circolazione dei fluidi.

## 6 PARTE EDILE

### 6.1.1 Generalità

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere devono essere della migliore qualità, ben lavorati e corrispondere perfettamente al servizio cui sono destinati. L'Appaltatore acquisterà i materiali da quelle ditte che riterrà di sua convenienza, ma non dovrà porre in opera materiali non rispondenti ai requisiti richiesti o che la D.L. abbia rifiutati; dovrà in questo caso provvedere ad allontanarli dal cantiere.

L'Appaltatore è tenuto a comunicare alla Direzione Lavori, prima di dare corso alla fornitura, le caratteristiche meccaniche, geometriche e ponderali dei prodotti che intende impiegare.

La D.L. si riserva di designare in sede esecutiva materiali anche differenti da quelli previsti ma equipollenti agli stessi, qualora sia necessario per la buona riuscita dei lavori.

Di tutti i materiali da impiegare dovrà essere fatta una campionatura in tre esemplari in modo che la D.L. possa scegliere quei tipi di materiali che riterrà più idonei. I campioni prescelti verranno quindi numerati e identificati con il nome del costruttore e conservati nel modo indicato dalla D.L., in modo da garantirne l'autenticità; il campionario sarà restituito all'impresa dopo le verifiche e le prove preliminari ritenute necessarie dalla D.L. e dalle procedure di qualità.

Resta inteso che l'accettazione del campionario e del materiale in cantiere, non esonera l'Impresa dalla totale responsabilità circa l'idoneità del materiale impiegato.



Per ciascuno dei materiali da impiegare, l'Appaltatore dovrà compilare una scheda tipo, fornita dalla D.L., contenente le principali qualità del prodotto proposto dall'Impresa, corredata dalla relativa scheda tecnica del produttore e, ove richiesto, dalla cartella riportanti i colori e le finiture superficiali.

La presentazione di tutti i campioni e delle schede tecniche, deve avvenire tassativamente entro i termini fissati dal cronoprogramma allegato; i campioni, che dovranno soddisfare le caratteristiche manifestate con il presente Capitolato e dagli altri elaborati di progetto, dovranno essere sottoposti alla D.L. in un'unica sessione affinché la stessa possa esprimere in anticipo un giudizio globale sull'intera gamma dei prodotti, togliendo all'Appaltatore quei margini di incertezza che possono incidere negativamente sull'andamento dei lavori.

Per tutti i materiali da costruzione, è d'obbligo l'osservanza delle norme emanate con R.D. 16/11/1939, delle prescrizioni del D.M. 30/5/1974 pubblicato sulla G.U. del 29/6/1974, inoltre delle norme UNI e, in sostituzione e/o integrazione, delle normative provenienti da altri paesi (ISO, CSTB, BS, DIN, RAL etc.) come più diffusamente descritto in seguito. Nella scelta e nella posa in opera dei materiali dovranno essere osservate in ogni caso tutte le prescrizioni sulla qualità dei processi di produzione contenute nell'apposita sezione del presente Capitolato Speciale d'Appalto. Nel caso di materiali di produzione industriale la D.L. richiederà che la rispondenza alle prescrizioni di Capitolato sia garantita da certificati e/o attestati di conformità, comprovanti anche la reale effettiva fornitura in cantiere del materiale richiesto.

Si precisa che per evitare descrizioni che potrebbero essere difficilmente rappresentabili, in alcuni articoli del presente capitolato possono essere riportati materiali, con l'indicazione del fabbricante e del tipo previsto dal progettista: ciò non costituisce un obbligo di approvvigionamento nei confronti dell'Appaltatore, il quale resta libero di rifornirsi dove meglio gli aggrada, ma costituisce un riferimento circa la tipologia e le caratteristiche del materiale da porre in opera, sia per quanto riguarda le dimensioni, sia per le proprietà fisiche, sia relativamente ad altri requisiti quali la forma, la tessitura superficiale ed il colore.

Rimane stabilito che, anche se non espressamente indicato, la scelta del colore di tutti i manufatti sarà sempre assoggettata al giudizio insindacabile della D.L.

Nella scelta delle campionature saranno, di norma, preferite: materie prime, semilavorati, componenti, tecnologie o cicli di applicazione prodotti o messi in opera da aziende che abbiano conseguito la certificazione ai sensi della UNI EN 9001.

#### 6.1.1.1 Acqua, calci, agglomerati cementizi

##### Acqua

L'acqua dovrà essere limpida, incolore, inodore; per il calcestruzzo l'acqua potrà contenere al massimo 1 g/litro di SO<sub>4</sub> (solfati) e per i cementi armati 0,1 g/litro di Cl (cloruri).

L'impresa anche se le è consentito di approvvigionarsi da fonti del Committente, rimane responsabile della qualità dell'acqua utilizzata e deve provvedere a fare dei controlli periodici.

##### Calci aeree

Le calci aeree dovranno avere i requisiti prescritti dal R.D. 16/11/1939 n°. 2231.

##### Calce grassa

La calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore al 94% e resa in grassello non inferiore al 2,5%;

##### Calce idrata

La calce idrata in polvere proverrà dallo spegnimento completo della calce grassa, fatto in apposito stabilimento, così da ottenerla in polvere fine e secca; contenuto in idrossidi calcio Magnesio non inferiore all'82%, contenuto massimo di carbonati e d'impurità inferiore al 6%, umidità inferiore al 3%.

##### Leganti idraulici

La calce idraulica, i cementi e gli agglomerati cementizi a rapida o lenta presa da impiegare in qualsiasi lavoro, dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni di accettazione a norma del D.M. 30/5/1974 ai sensi della Legge 5/11/1971 n. 1086.

##### Gesso

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo straccio di 56 maglie per cmq., scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti e bene ripartiti dall'umidità.

##### Cementi privi di ritiro

Costituiti da cementi Portland, agenti espansivi (solfo alluminati di calcio) ed agenti stabilizzanti, avranno le seguenti caratteristiche:

- assenza di ritiro sia in fase plastica sia in fase di indurimento (UNI 6555 - 73);
- consistenza (slump) compresa fra i valori di 14 - 20 cm;
- assenza di acqua essudata (bleeding) UNI 7122;

- buona lavorabilità e lungo mantenimento della stesa (UNI 7123/72);
- ottima capacità di adesione su diversi tipi di supporti (UNI 10020/72);
- resistenze meccaniche adeguate alla specifica applicazione (UNI 6132/72, 6235/72, 6556).

Verranno impiegati miscelandoli con l'esatto quantitativo d'acqua consigliato dal produttore e gli sfridi, una volta rappresi, dovranno essere trasportati a rifiuto. L'Appaltatore dovrà prestare particolare attenzione alla loro stagionatura umida ricorrendo alle modalità consigliate dal produttore.

#### Legante a rapida maturazione per massetti

Per la ripresa dei massetti danneggiati si impiegheranno massetti a base di legante idraulico speciale, tipo "Mapei Topcem" o equivalente, a presa normale, asciugamento veloce (max 7 gg.) e ritiro controllato. Prima dell'impiego l'Appaltatore dovrà produrre la scheda tecnica del prodotto che intende impiegare affinché possano essere valutate la compatibilità con le lavorazioni e le procedure di applicazione.

#### Malta di calce idraulica naturale

Malta a base di calce idraulica naturale, NHL 5 conforme a EN 459 -1 (tipo: Röfix, Promat, Tassullo, Primat, Biocalce o equivalenti). Ottenuta dalla cottura di calcari marnosi in forni verticali a strati, con processo lento ed a temperature intorno ai 1000 °C, composta con aggregati carbonatici in curva 0 - 1,5 mm. Dovrà possedere bassa reattività ai sali idro-solubili ed avere di massima le seguenti caratteristiche tecniche:

- |                                       |                                  |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| • peso specifico:                     | 1.400 kg/m <sup>3</sup> ;        |
| • resistenza a compressione a 28 gg:  | 2MPa;                            |
| • resistenza a compressione a 6 mesi: | 3MPa;                            |
| • tempo di lavorabilità:              | 40 minuti;                       |
| • composizione:                       | 3 parti di sabbia, 1 di legante; |
| • acqua di impasto:                   | 20 %.                            |

#### 6.1.1.2 Sabbia e ghiaia

Le ghiaie, i pietrischetti e la sabbia da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi, dovranno avere le stesse qualità stabilite dalle norme governative per i conglomerati cementizi.

La granulometria dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- |                                    |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| • sabbia per murature in genere    | passante al setaccio maglia mm. 2 |
| • sabbia per paramenti ed intonaci | passante al setaccio maglia mm. 1 |

- |                                    |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| • ghiaia per cls in genere         | passante al setaccio maglia cm. 5 |
| • ghiaia per cls di volti di getto | passante al setaccio maglia cm. 4 |
| • ghiaia per cls armato            | passante al setaccio maglia cm. 3 |

Saranno in ogni caso preferiti materiali di tipo siliceo o calcareo, mentre andranno esclusi quelli provenienti da rocce friabili o gessose; non dovranno contenere alcuna traccia di cloruri, solfati, materie argillose, limacciose o polverose.

#### Materie prime secondarie

Potranno esser utilizzati dall'Impresa appaltatrice rifiuti inerti provenienti da scarti o demolizioni selettive e controllate e/o residui provenienti da altri cantieri dell'Impresa medesima ubicati nello stesso contesto territoriale. Potranno esser impiegate le seguenti frazioni da costruzioni e/o demolizioni: metalli, vetri, legni, laterizi, nonché componenti ed elementi edilizi anche provenienti da edifici storici. Tali materie sono esonerate dagli adempimenti previsti per i rifiuti e anche dalle prescrizioni per lo smaltimento. Ognuna delle materie prime secondarie dovrà essere fornita di completa biografia (provenienza e composizione), ovvero copia del testo di gestione conforme all'allegato 3 del D.M. 05/02/98 e classificati ai sensi del D.M. 05/02/98 e secondo le tabelle UNI vigenti. I requisiti e le caratteristiche delle materie prime secondarie dovranno essere del tutto analoghi od equivalenti a quelli dei materiali, componenti ed elementi provenienti da stabilimento, come descritti nel presente CSA. Ogni materia prima secondaria dovrà essere debitamente autorizzata dalla DL prima del suo impiego.

Per le pubbliche amministrazioni detto materiale può essere considerato fra i materiali riciclati come da D. M. Ambiente Tutela e Territorio N. 203 del 08.05.03.

#### 6.1.1.3 Materiali metallici

Le indicazioni riguardanti i materiali metallici aventi compiti strutturali sono contenute nell'apposito capitolato tecnico.

##### Acciaio

Lega di ferro e di carbonio (e altri metalli alliganti) contenente una percentuale di carbonio non superiore a 2,06%.

I manufatti da impiegare, coils o trafilati, dovranno essere esenti da scorie, soffiature, sbucciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura o simili.

Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali. Dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal D.M. 27/7/1985, allegati 1-3-4, alla Circ. Min. LL.PP. 1/9/1987 n.^ 290101 ed alle norme U.N.I. vigenti.

Quando sia prescritto l'impiego di acciaio semiduro ad aderenza migliorata, si intende che si userà FeB44K con certificato di collaudo in stabilimento (UNI 3158); le piastre d'ancoraggio e l'acciaio per le carpenterie saranno realizzate con Fe 360 C, le bullonature saranno in classe 8,8 con dadi classe 6S; tutte le saldature dovranno essere in Classe I.

Gli acciai impiegati per le opere strutturali dovranno essere "qualificati" secondo le norme definite nel D.M. 27/7/1985 riprese dalle Istruzioni C.N.R. 10011 al punto 10.

### Ghisa

Per l'accettazione del prodotto in cantiere saranno richiesti i seguenti requisiti:

- attestato di controllo secondo UNI EN 21;
- dichiarazione che il prodotto è "qualificato" ai sensi delle istruzioni C.N.R. 10011/85.

I chiusini e le caditoie stradali dovranno essere prodotti con getti di ghisa a grafite lamellare perlitica (secondo ISO 185 ex UNI 5007) con materiali altamente selezionati. I manufatti dovranno essere conformi alla Norma UNI EN 124 e pertanto:

- riportare in maniera chiara e leggibile il riferimento alla norma stessa;
- la classe di corrispondenza;
- il nome e la sigla del fabbricante;
- l'eventuale riferimento ad un marchio di conformità.

Tutti i chiusini, le caditoie ed i grigliati elettro-forgiati delle aperture di ventilazione e delle canalette di raccolta da porsi in opera per l'esecuzione dei lavori oggetto dell'appalto dovranno essere corrispondenti alle seguenti classi di impiego (UNI EN 124):

- sede stradale e parti raggiungibili dai mezzi: Classe D400;
- zone pedonali (traffico veicolare occasionale): Classe C250;
- zone esclusivamente pedonali: Classe A15.

### Rame

Realizzazione con lastre di rame disossidato al fosforo, esente da ossigeno (Cu DHP), prescritto per l'edilizia, con un grado di purezza minimo del 99,9 %. I manufatti dovranno essere fornite in lastre e/o scandole, esenti da graffi, asciutte ed accuratamente imballate.

Caratteristiche tecnico-prestazionali del materiale fornito in lastre:

- peso (spess. 0,8 mm): 7,10 kg/m<sup>2</sup>;

- dilatazione termica: 1,7 mm/m;
- punto di fusione: 1083 °C
- tolleranza spessore:  $\pm 0,02$  mm/m;
- sciabolatura (misurata su 1 mt):  $<0,2$  mm/m;
- planarità (misurata su 1 mt):  $<0,2$  % della lunghezza di ondulazione;
- carico di rottura: 255 - 275 N/mm;
- carico di snervamento (Rp 0,2): 180 - 230 N/mm;
- allungamento (A10):  $>30\%$ .

#### 6.1.1.4 Colori e vernici

I materiali impiegati nelle opere da decoratore dovranno essere sempre della migliore qualità, rispondere alle prescrizioni di minima dettate dalle norme UNI 8305-62, 8359-82, 8785-86.

I prodotti impiegati nella protezione e nella coloritura superficiale dovranno essere bio-compatibili, ottenuti utilizzando componenti naturali ed essere esenti da prodotti di sintesi e derivati del petrolio (resine acriliche, alchidiche, viniliche, isoalifati, biocidi, etc...).

Le vernici da impiegare nei lavori in oggetto dovranno quindi essere:

- realizzate unicamente con impiego di materie prime vegetali e minerali;
- esenti da derivati del petrolio;
- esenti da biocidi sintetici;
- biodegradabili mediante i normali processi di decomposizione organica;
- corredate da dichiarazione totale riguardante la totalità delle materie prime impiegate.

#### Protezione del ferro

Protezione antiruggine di superfici metalliche, tipo Solas profondo F21o equivalente, antistatico, coprente colore grigio opaco a base di olio di tung e pino, resinato metallico, lecitina di soia, mica, carbonato di calcio, fosfato di zinco, biossido di titanio, etc...

#### Coloritura del ferro

Smalto protettivo metallizzato per esterni, antiruggine, tipo Solas Riflesso F22 o equivalente, antistatico, di aspetto metallizzato coprente, colore grigio antracite metallizzato, avente composizione simile al protettivo di cui al punto precedente con aggiunta di ossido ferro micaceo e grafite.

#### 6.1.1.5 Prodotti per pavimentazione

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

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

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, gres, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo la norma UNI EN 87.

A seconda della classe di appartenenza (secondo UNI EN 87) le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere alle norme seguenti:

Assorbimento d'acqua, E in %				
Formatura	Gruppo I $E \leq 3\%$	Gruppo Iia $3\% < E \leq 6\%$	Gruppo Iib $6\% < E \leq 10\%$	Gruppo III $E > 10\%$
Estruse (A)	UNI EN 121	UNI EN 186	UNI EN 186	UNI EN 188
Pressate a	UNI EN 176	UNI EN 177	UNI EN 178	UNI EN 159

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto, e, in mancanza, in base ad accordi tra Direzione dei Lavori e fornitore.

Per i prodotti definiti «piastrelle comuni di argilla», «piastrelle pressate ed arrotate di argilla» e «mattonelle greificate» dal R.D. 16 novembre 1939 n. 334, devono inoltre essere rispettate le prescrizioni seguenti:

- resistenza all'urto 2 Nm (0,20 kgm) minimo;
- resistenza alla flessione 2,5 N/mm<sup>2</sup> (25 kg/cm<sup>2</sup>) minimo;
- coefficiente di usura al tribometro 15 mm per 1 km di percorso.

Per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da

misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse (vedi norma UNI EN 87), per cui:

per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alla normativa UNI EN vigente e già citata;

per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettate dalla Direzione dei Lavori;

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

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

- Essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista;
- Avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura; in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n. 4 della scala dei grigi di cui alla UNI 5137.

Per piastrelle di forniture diverse ed in caso di contestazione vale il contrasto dell'elenco n. 3 della scala dei grigi.

Sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:

- piastrelle: lunghezza e larghezza  $\pm 0,3\%$ , spessore  $\pm 0,2$  mm;
- rotoli: lunghezza  $\pm 1\%$ , larghezza  $\pm 0,3\%$ , spessore  $\pm 0,2$  mm;
- piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in millimetri) e 0,0012;
- rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm.



La durezza deve essere tra 75 e 85 punti di durezza Shore A.

La resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm<sup>3</sup>.

La stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli.

La classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984 allegato A3.1).

La resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alte razioni di colore prodotte dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n. 2 della scala dei grigi di cui alla UNI 5137. Non sono inoltre ammessi affioramenti o rigonfiamenti.

Il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore di quello dell'elemento N3 della scala dei grigi di cui alla UNI 5137. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento N2.

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

#### 6.1.1.6 Prodotti per impermeabilizzazioni

Si intendono prodotti per impermeabilizzazioni 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.

Le membrane si designano descrittivamente in base:

- al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
- al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);

- al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
- al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere non tessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

I prodotti forniti in contenitori si designano descrittivamente come segue:

- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- asfalti colati;
- malte asfaltiche;
- prodotti termoplastici;
- soluzioni in solvente di bitume;
- emulsioni acquose di bitume;
- prodotti a base di polimeri organici.

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.

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, oppure, per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

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, oppure, per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

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, oppure, per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

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.

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 dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- 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.

#### 6.1.1.7 **Sigillanti, adesivi, geotessili**

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono considerati al momento della fornitura. Il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc. .

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

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

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto od alle norme UNI 9610 e 9611 e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

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

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

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

Si distinguono in:

- Tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- Nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

(Sono esclusi dal presente articolo i prodotti usati per realizzare componenti più complessi).

Quando non è specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 1\%$ ;
- spessore:  $\pm 3\%$ ;

e alle seguenti caratteristiche con riferimento alle norme UNI 8279, UNI 8986:

- resistenza a trazione
- resistenza a lacerazione
- resistenza a perforazione con la sfera
- assorbimento dei liquidi
- variazione dimensionale a caldo
- permeabilità all'aria.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Per i non tessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

#### **6.1.2 Modo di esecuzione di ogni categoria di lavoro**

##### **6.1.2.1.1 Limiti di fornitura**

L'oggetto dell'appalto è l'esecuzione di tutte le opere, forniture e provviste, indicate nei documenti di progetto e occorrenti per la realizzazione delle opere di manutenzione straordinaria del Palaghiaccio di Torino.

Tutte le lavorazioni dovranno essere effettuate all'interno di un terreno da delimitare a cura e spese dell'Appaltatore. Si intendono inoltre compensate all'interno del corrispettivo a corpo dell'appalto tutte le lavorazioni relative all'allacciamento degli impianti alle reti di alimentazioni e di scarico, ivi compresi gli scassi sulla strada pubblica ed i successivi ripristini.

##### **6.1.2.1.2 Opere provvisorie**

Le armature, centine, puntellature, sbadacchiature, casseri, impalcature, ponteggi e tutte le opere provvisorie di qualunque genere, metalliche o in legname, in ogni caso occorrenti per

l'esecuzione di ogni genere di lavoro, dovranno essere realizzate in modo da impedire qualsiasi deformazione di esse o delle opere di cui debbono sostenere l'esecuzione, gli spostamenti e lo smontaggio delle predette opere dovranno essere compiuti a cura e spese dell'Appaltatore. Ai sensi dell'art. 33, comma 1 del DPR 207/10, il dimensionamento e il calcolo statico delle opere provvisionali sarà a cura e spese dell'Appaltatore, il quale rimane il solo responsabile dei danni alle persone, alle cose, alle proprietà pubbliche e private ed ai lavori che accadano per la mancanza o l'insufficienza delle opere provvisionali, alle quali dovrà provvedere di propria iniziativa e adottando tutte le cautele necessarie.

Col procedere dei lavori l'Appaltatore potrà recuperare i materiali impiegati nella realizzazione delle opere provvisionali, procedendo, sotto la sua responsabilità, al disarmo di esse con ogni accorgimento necessario ad evitare i danni come sopra specificati.

Quei materiali che per qualunque causa o che a giudizio del Direttore dei Lavori non potessero essere tolti d'opera senza menomare la buona riuscita dei lavori, o che andassero comunque perduti, dovranno essere abbandonati senza che per questo, se non altrimenti disposto, spetti all'Appaltatore alcun compenso. Le stesse norme e responsabilità valgono per macchinari, mezzi d'opera, attrezzi e simili, impiegati dall'Appaltatore, per l'esecuzione dei lavori, o comunque esistenti in cantiere.

Sono pertanto compresi all'interno del corrispettivo contrattuale tutte le seguenti lavorazioni:

- cassetture dei getti;
- puntellamenti provvisori dei solai e delle lastre prefabbricate delle pareti, sino a quando non saranno rese definitivamente stabili;
- ponteggi perimetrali di sicurezza e di servizio compresi i piani di lavoro e le mantovane a protezione dei luoghi di passaggio;
- recinzione di compartimentazione verso via e le proprietà confinanti;
- modifica delle opere provvisionali nel tempo ed adeguamento della loro entità in base allo sviluppo dei lavori;
- manutenzione e periodico controllo della stabilità e dello stato di carico per tutto il periodo di installazione;
- ogni altra attività necessaria a consentire, in sicurezza, l'effettuazione dei lavori così come previsti dagli elaborati di progetto e dal PSC.

L'eventuale occupazione del suolo pubblico dovrà avvenire secondo le modalità previste dalle normative e dai Regolamenti Municipali vigenti, in particolare si richiama l'obbligo di concordare



con gli Uffici Municipali i tempi di occupazione del suolo e le modalità di realizzazione degli allacciamenti.

Nell'importo contrattuale è da ritenersi compensato ogni onere per l'occupazione del suolo pubblico.

#### **6.1.2.1.3 Tracciamenti**

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore è tenuto ad effettuare il tracciamento completo delle opere sulla scorta dei disegni di progetto, mettendo a disposizione materiali, uomini e strumenti necessari, restando al Direttore dei Lavori il solo compito del controllo sull'esecuzione.

Nel tracciamento deve rientrare anche la messa in opera di capisaldi di riferimento di lunghezze e quote, reperibili anche a lavori ultimati, e il consolidamento di quelli di progetto.

I capisaldi saranno posizionati esternamente all'ingombro in pianta dell'edificio, in posizione tale da non comportare intralcio alla movimentazione dei carichi, in maniera da consentire l'effettuazione di verifiche dimensionali e di allineamento per tutta la durata dei lavori.

Il tracciamento di tutte le opere in cls, muratura, strutture in ferro, impianti, etc. dovrà tenere conto di precise tolleranze che saranno riferite ai tre assi cartesiani così definiti:

- asse x: orizzontale nel piano della facciata;
- asse y: verticale nel piano della facciata;
- asse z: orizzontale nel piano perpendicolare alla facciata.

Si ritiene che ciascun punto non possa distare dalla sua posizione teorica di +/- 10 mm nella direzione dei tre assi sopra definiti.

Inoltre valgono le seguenti tolleranze più limitative:

- fuori piombo tra punti della stessa parete posti sull'asse y: +/- 5 mm.
- distanze da tre punti confrontanti di pareti dello stesso ambiente posti sugli assi x o z: +/- 10 mm.

È pertanto obbligo e onere dell'Appaltatore di coordinare le lavorazioni edili, sviluppandole in armonia con la posa degli impianti, di lasciare in sede di tracciamento, varchi, fori e predisposizioni nei solai e nei muri, nel numero desumibile dai disegni di progetto e/o dagli elaborati del progetto costruttivo predisposto a cura e spese dell'Appaltatore.

#### **6.1.2.1.4 Scavi**

Fatta salva ogni maggiore indicazione contenuta all'interno del Capitolato tecnico strutturale, si prescrivono le seguenti indicazioni minime riguardanti l'esecuzione degli scavi propedeutici alla realizzazione delle opere oggetto del presente documento.

Nell'esecuzione di qualsiasi categoria di scavo l'Appaltatore dovrà procedere con tutte le necessarie cautele e con il rispetto delle norme di cui agli articoli da 12 a 15 del D.P.R. n° 164 del 7/1/1956.

Prima di procedere a qualsiasi scavo l'Appaltatore, in conformità a quanto previsto dal piano di sicurezza, dovrà accertare, presso l'ufficio tecnico della Stazione Appaltante, del Consorzio irriguo e degli enti erogatori dei servizi, la presenza e la posizione di eventuali reti interrato in modo da evitare qualsiasi interruzione delle erogazioni, delle quali sarà l'unico responsabile.

L'Appaltatore sarà chiamato a rispondere di ogni danno alle persone, alle cose ed alle opere in dipendenza di franamenti e scoscendimenti, anche se avvenuti nonostante le precauzioni adottate, e dovrà provvedere a sua cura e spese a rimozione e allontanamento dal cantiere delle materie franate, restando obbligato al risarcimento degli eventuali danni. Tutti gli scavi dovranno essere eseguiti in conformità alle indicazioni dei disegni e alle prescrizioni impartite dall'Ufficio di Direzione Lavori.

Le superfici dei tagli a sezione dovranno essere spianate e gli spigoli dovranno essere profilati. Rimane a carico dell'Appaltatore il riempimento con pietre o con muratura o con terra pilonata (secondo quanto disporrà il Direttore dei Lavori), delle parti di scavo che risultassero eseguite in eccedenza rispetto agli ordini ricevuti, senza che ciò dia diritto ad alcun compenso per lo scavo e per il riempimento. Qualora nella zona dove vengono eseguiti gli scavi si incontrassero gallerie di qualsiasi natura, l'Appaltatore dovrà adottare di sua iniziativa tutti i provvedimenti di urgenza più adatti al caso specifico, in modo da escludere ogni possibilità di franamento e danni alle persone e ai lavori in genere, chiudendo anche tutti gli accessi a dette gallerie ricadenti nella zona del proprio cantiere.

Per l'esecuzione dei provvedimenti definitivi l'Appaltatore si dovrà attenere alle disposizioni che saranno impartite dal Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore sarà responsabile dei conseguenti danni ai lavori, alle persone, alle cose, alle proprietà pubbliche e private che si potranno verificare per la mancanza o insufficienza delle armature degli scavi, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni necessarie ed opportune.

L'Appaltatore dovrà provvedere all'immediato allontanamento del materiale scavato dal ciglio degli scavi, restando altrimenti l'unico responsabile dei danni, anche di forza maggiore, che potessero derivare ai lavori, alle persone, alle cose. La successiva ripresa delle materie franate, il loro carico

per effettuarne il trasporto a rifiuto, e i ripristini restano a completo onere dell'Appaltatore, intendendosi compreso quello di scarica.

Qualora per l'incoerenza delle materie, oppure per la profondità e l'altezza degli scavi, o quando lo scavo debba essere effettuato al di sotto dell'acqua sorgiva o in qualunque modo sia soggetto a riempirsi di acqua, e ogni volta che occorra, gli scavi sia di sbancamento che di fondazione dovranno essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo le persone e le cose, e impedire smottamenti di materie durante l'esecuzione degli scavi e successivamente.

Nel caso in cui occorresse l'utilizzo di pompe per lo svuotamento degli scavi, rimane stabilito che l'Appaltatore dovrà provvedervi a sua cura e spesa fornendo tutte le apparecchiature idonee all'utilizzo.

Il Piano di sicurezza individua le procedure da adottare per lo scavo e le situazioni per le quali è d'obbligo l'armatura delle pareti e la vigilanza del preposto. Col procedere dei lavori l'Appaltatore potrà recuperare le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi di proprietà della Stazione Appaltante; se però, a giudizio del Direttore dei Lavori, alcune armature non potessero essere tolte per cause riscontrabili (pericolo alle persone o alle cose), l'Appaltatore non potrà pretendere alcuna sorta di compenso in merito.

Nel corrispettivo di appalto si intende compreso ogni onere relativo alle attività di scavo necessarie alla realizzazione delle opere di contratto.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese a smaltimento, trasporto e consegna dei rifiuti di qualsiasi natura presso un raccoglitore/smaltitore/discardata autorizzata, osservando le norme previste dal D.Lgs.22/1997 "Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti da imballaggio". Si intende compensato dal corrispettivo a corpo contrattuale anche l'onere di discardata e gli eventuali tributi locali e/o regionali. L'Appaltatore è chiamato al rispetto della normativa nazionale (L. 98/2013, art. 41bis) che regola la gestione delle terre e rocce da scavo, la quale prevede l'invio all'ARPA di una dichiarazione relativa alle caratteristiche dei materiali da scavare definite all'art. 41bis, comma 1.

Il materiale scavato dovrà essere caratterizzato prima di essere trasportato in discardata.

#### **6.1.2.1.5 Rinterri**

Fatta salva ogni maggiore indicazione contenuta all'interno del Capitolato tecnico strutturale, si prescrivono le seguenti indicazioni minime riguardanti i movimenti di terra necessari alla formazione delle livellette previste dalle tavole di progetto.

Il rinterro degli scavi dovrà essere eseguito in modo da formare un'intima unione tra il terreno naturale e il materiale di riempimento, che per natura del materiale e modalità di costipamento, non abbiano a formare con il tempo, cedimenti o assestamenti irregolari (modulo di compressibilità 95% AASTHO-Mod).

Gli scavi saranno riempiti sino a formare una leggera colma rispetto alle preesistenti superfici, da assegnare in rapporto al successivo prevedibile assestamento.

I riempimenti devono essere realizzati a strati, operando un compattamento ogni 30 cm circa. Nel riempimento delle trincee l'Appaltatore dovrà operare con cautela evitando che i condotti e i manufatti interrati siano assoggettati a spinte trasversali o di galleggiamento che ne compromettano la continuità funzionale e l'allineamento (altimetrico e planimetrico).

Prima della risarcitura delle pavimentazioni stradali l'Appaltatore dovrà effettuare tutte le necessarie ricariche, con materiale anidro, opportunamente costipato e adattivato con cemento portland, bagnato a più riprese e compresso con rullo o piastra vibrante.

Il progetto prevede il risarcimento di tutte le trincee e buche, aperte per la realizzazione delle strutture e di tutti gli impianti di distribuzione e scarico, sia per la porzione interna al lotto che per quella esterna allo stesso.

#### **6.1.2.1.6 Demolizioni e rimozioni**

Si prescrivono le seguenti indicazioni minime riguardanti l'esecuzione delle demolizioni e delle rimozioni propedeutici alla realizzazione delle opere oggetto del presente documento.

La demolizione di opere in c.a., incluse le eventuali strutture metalliche e di quelle in muratura dovrà essere eseguita con l'impiego di idonee macchine tipo martello demolitore, sega a lama circolare, carotatrice, etc.

I ferri delle armature che rimarranno in vista a demolizione eseguita, salvo precise indicazioni progettuali oppure ordini impartiti dalla Direzione Lavori, dovranno essere ripiegati e ricoperti con malta di cemento protettiva.

La demolizione di strutture metalliche dovrà essere eseguita, ove possibile, mediante smontaggio delle parti imbullonate e mediante taglio con cannello ossiacetilenico delle rimanenti; andranno rimossi gli eventuali elementi di fissaggio inseriti in parti in muratura o calcestruzzo non interessate dalla demolizione e le superfici di queste ultime andranno ripristinate accuratamente.

A demolizione eseguita gli spigoli e le superfici delle parti circostanti danneggiate e che rimarranno a vista dovranno essere perfettamente ripristinati con il completo distacco del materiale sollevato ed inconsistente, e la successiva rasatura con malta cementizia previa spalmatura di resina epossidica per l'aggrappaggio.

Tutte le opere di demolizione di basamenti in c.a., manti di copertura, murature in mattoni e in c.a. , anche parziali come tagli, scrostature e rimozioni infissi, balaustre in ferro, dovranno essere realizzate con cura di non provocare rovine o lesioni nelle strutture adiacenti; nel caso ciò si verificasse o lo stato delle stesse ne facesse prevedere la formazione bisognerà provvedere alla realizzazione di opere provvisorie e al definitivo ripristino delle parti.

Qualora effettuando demolizioni di pareti queste eccedano lo spazio minimo previsto, le parti eccedenti dovranno essere ricostruite con mattoni pieni e/o pietre dello spessore originario.

Nella demolizione servizi igienici esistenti – pareti interne, pavimenti, sottofondi e rivestimenti (previa intercettazione ed esclusione degli impianti esistenti) sarà compito dello specialista impiantista:

- effettuare tutti i controlli e gli accertamenti necessari per garantire che, in conseguenza delle demolizioni di impianti, non si verificheranno situazioni che possano nuocere a persone, cose o al funzionamento delle utenze operanti al momento;
- dare il benestare alla demolizione delle parti di impianto in oggetto.

Se necessario dovranno essere realizzate le cosiddette alimentazioni alternative predisposte secondo quanto previsto dalle prescrizioni tecniche in materia di materiali e posa dei medesimi.

L'eventuale provvisorietà di queste opere non costituisce una deroga all'osservanza completa delle prescrizioni tecniche.

La rimozione delle macerie dovrà essere effettuata con tutte le cautele necessarie, al fine di non provocare rovine o lesione a parti o cose esistenti.

Il trasporto e abbassamento delle macerie dovrà essere effettuato con tutti gli accorgimenti necessari affinché polveri e rumore non creino disagio nelle aree circostanti i lavori.

Dovranno essere predisposte opportune protezioni al fine di evitare che la polvere, pezzi di intonaco e materiali di risulta possano danneggiare i locali vicini.

Rimozione di opere di finitura quali serramenti di qualsiasi natura (ivi comprese le facciate esterne, le pareti leggere e le pareti mobili) pavimenti e rivestimenti, impermeabilizzazioni e coibentazioni (con esclusione dei materiali che richiedano opere di bonifica), opere di finitura superficiale.

La rimozione di serramenti comprenderà l'asportazione del controtelaio, sia questo in legno o in ferro, e di eventuali zanche a muro (ove non diversamente disposto in sede di progetto), la riquadratura del vano nella muratura ed il perfetto ripristino delle superfici di appoggio.

Le parti in vetro dovranno essere rimosse ed accatastate a parte dai telai.

I pavimenti ed i rivestimenti in piastrelle dovranno essere asportati mediante spicconatura; quelli costituiti da materiali incollati (linoleum, moquette, tessuti) potranno richiedere l'impiego di solventi.

Per il distacco di manti impermeabili, si dovrà procedere, ove necessario, al riscaldamento della superficie mediante cannello a gas.

Sulle superfici orizzontali i rappezzi andranno eseguiti mediante totale eliminazione delle parti ammalorate e lisciatura con malta cementizia previa spalmatura di resina epossidica per aggrappaggio.

Per la risagomatura di spigoli e smussi su pedate ed alzate di scala, si farà uso di spondine per il contenimento della malta di ripristino, fino al suo consolidamento.

Dopo il distacco del rivestimento in piastrelle, le pareti verticali dovranno presentare una superficie frattazzata uniforme; i rappezzi dovranno essere eseguiti con malta di calce idraulica e cemento e dovrà essere particolarmente curata l'adesione al vecchio sottofondo, intervenendo bagnando abbondantemente il supporto.

Dopo il distacco di rivestimenti incollati, le superfici verticali dovranno presentarsi lisce e pulite da qualsiasi residuo adesivo per ricevere una successiva finitura (pittura o altro rivestimento incollato), o la rasatura a gesso scagliola.

I materiali ricavati dalle demolizioni-rimozioni dovranno essere trasportati alle pubbliche discariche.

#### 6.1.2.1.7 Lattonerie

Il progetto di contratto prevede la posa di scossaline e delle lattonerie in genere.

##### Lattonerie in genere

Tutti i manufatti dovranno essere:

- pressopiegati su misura a disegno, previo rilievo delle misure sul posto;
- dotati di pieghi, riccioli e nervature in grado di formare ostacoli idonei a rompere la goccia e garantire la rettilinearità dei manufatti successivamente alla posa;
- posati con chiodi d'acciaio protetti superiormente da cappellotti metallici in tinta, fissati mediante siliconatura;
- adeguatamente sovrapposti e sigillati per impedire infiltrazioni.

L'Appaltatore dovrà curare le modalità di trasporto, stoccaggio e posa in opera delle lattonerie e avrà l'obbligo di rimuovere e sostituire tutte le lamiere che subiscano danni, bollature, striature oppure abrasione della vernice.

#### 6.1.2.1.8 Materiali per cartongessi

##### Generalità

Si elencano di seguito i principali riferimenti normativi (legislativi e tecnici) a cui i prodotti e i sistemi costruttivi da impiegare nel cantiere, dovranno rispondere. L'elenco è puramente indicativo e non esaustivo e l'Appaltatore dovrà anche tenere conto dell'eventuale aggiornamento normativo e delle particolari condizioni d'uso e situazioni locali:

norma	titolo/argomento
UNI EN 520	Lastre di gesso
UNI EN 14195	Componenti metallici dei telai per sistemi in lastre di gesso rivestito
UNI EN 13963	Stucchi per giunti di lastre in gesso rivestito
UNI EN 14190	Prodotti di trasformazione secondaria di lastre di gesso rivestito
UNI EN 13950	Lastre di gesso rivestito accoppiate con pannelli isolanti termo-acustici
UNI EN 14496	Adesivi a base gesso per pannelli accoppiati termo-acustici e lastre di gesso

UNI EN 14566 rivestito  
Elementi di collegamento meccanici per sistemi in lastre di gesso rivestito

### Struttura portante

L'orditura portante delle strutture di sostegno di pareti e soffittature in cartongesso dovrà essere composta mediante l'assemblaggio di profili in lamiera d'acciaio zincato, da 6/10 di spessore, conformi a UNI EN 14195, assemblati, selezionando il profilo ed il passo, in maniera da garantire che le pareti resistano agli sforzi previsti dalla normativa vigente per i casi specifici di impiego. Dimensionamento strutturale delle pareti non portanti, a carico dell'Appaltatore (previa autorizzazione formale della D.L. Strutturale).

### Sostegno carichi rilevanti

L'Appaltatore è chiamato a farsi carico di tutte le situazioni ove carichi rilevanti vengano a gravare sui paramenti in cartongesso, impiegando i particolari pezzi speciali messi in catalogo dai produttori di cartongesso, oppure trovare delle soluzioni alternative che siano supportate da calcolo statico redatto da professionista abilitato.

#### **6.1.3** Disposizioni finali

I lavori dovranno essere eseguiti a regola d'arte e le opere dovranno essere consegnate in condizioni tali da essere perfettamente utilizzabili, intendendosi compresa negli oneri di appalto anche la pulizia dell'area oggetto dell'intervento.

Al termine dei lavori l'Appaltatore provvederà a propria cura e spese all'aggiornamento "as-built" dei disegni di progetto sul formato Autocad 2009 o versioni successive, sulla base di ciò che verrà fornito dalla Stazione Appaltante. Verrà pertanto consegnata entro 40 gg. dall'ultimazione dei lavori, e comunque prima della redazione dello Stato Finale, una documentazione completa di tutti i disegni, sia quelli oggetto di contratto che tutti quelli che si saranno resi necessari durante il corso dei lavori, su CD/DVD, oltre a in tre copie su carta.

Inoltre è obbligo dell'Appaltatore la redazione e la presentazione della seguente documentazione:

- POS (piano operativo di sicurezza) ai sensi della L. 81/01;
- dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico di cantiere (L. 46/90);
- schede tecniche di ciascun materiale fornito, compilate sul modello fornito dalla D.L.;
- certificazione energetica degli elementi forniti (serramenti, pareti, etc...);
- dichiarazione di conformità per ciascun impianto realizzato, (L. 46/90);
- certificato omologazione maniglioni antipanico;



- certificati classe R della struttura portante dell'edificio;
- certificati classe R delle protezioni alternative a pareti e solai;
- certificati partecipazione al fuoco degli elementi di pavimentazione e rivestimento;
- denuncia ISPEL relativa all'impianto di messa a terra;
- ogni altra certificazione delle opere eseguite necessaria all'ottenimento di tutti i Nulla osta necessari all'agibilità dei locali.

Ove l'Appaltatore non provvedesse, entro i termini fissati, a produrre l'aggiornamento dei disegni "as built" la Stazione Appaltante avrà facoltà, previa formale diffida, di affidare l'esecuzione dell'aggiornamento ad un altro soggetto provvedendo alla deduzione del corrispettivo dal Conto Finale.

## 6.2 Specificità delle opere edili da realizzarsi

### 6.2.1 Opere Pista 1

#### 6.2.1.1 Opere in copertura

Le opere previste in copertura sono legate all'installazione dell'impianto fotovoltaico ovvero consistono in operazioni preliminari all'installazione dei pannelli, oltre che in interventi che ne facilitino la manutenzione.

Gli interventi previsti saranno i seguenti:

- **Nuova impermeabilizzazione della copertura a falde (Intervento A)**

Dovendo adeguare la copertura esistente ai requisiti di prevenzione antincendio legati all'installazione del nuovo impianto fotovoltaico, è prevista la posa di una nuova guaina impermeabilizzante al di sopra di quella esistente. La membrana disporrà, in abbinamento con gli strati sottostanti, della certificazione di resistenza al fuoco esterno B roof T2. Sarà inoltre caratterizzata da una finitura altamente riflettente che permetterà di respingere la radiazione solare.

Saranno previste le seguenti lavorazioni:

- Fissaggio meccanico dell'impermeabilizzazione esistente;
- Pulizia della superficie della vecchia impermeabilizzazione;
- Smontaggio degli elementi di lattoneria coprimuro esistenti;
- Stesura di vernice di impregnazione bituminosa a freddo tipo Derbiprimer S dell'azienda Derbigum;
- Posa di strato adesivo bituminoso a freddo tipo Derbibond NT della ditta Derbigum;

- Posa di nuova guaina impermeabilizzante Fire Resistant e U.V. Resistant tipo Derbigum SP FR della ditta Derbigum, provvista di due armature divise;
- Posa di membrana impermeabilizzante in corrispondenza dei canali di gronda tipo Derbigum SP FR della ditta Derbigum;
- Posa di bocchettoni per scarico di acque pluviali in gomma sintetica E.P.D.M (Etilene Propilene Diene Monomero);
- Rimontaggio delle lattonerie coprimuro precedentemente accantonate;
- Installazione di profilo di finitura dei perimetri in fibra di vetro e resina poliestere;
- Posa di binari in alluminio per l'ancoraggio della struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici.

#### Fissaggio meccanico dell'impermeabilizzazione esistente

Messa in sicurezza mediante fissaggio meccanico della stratigrafia esistente. Gli elementi di fissaggio utilizzati saranno di tipo e lunghezza idonei al supporto incontrato ed alla classe di clima riscontrata. Saranno muniti di placchette 70x70 mm.

La densità e la posizione dei fissaggi meccanici dovranno essere conformi alle norme di estrazione del vento, secondo il calcolo della pressione sugli elementi di copertura causata dall'azione del vento secondo la normativa vigente, in dipendenza di posizione geografica, altezza e geometria della copertura oggetto di intervento (Rif. Eurocodice - UNI EN 1991-1-4:2010 – UNI 11442:2012). L'abbinamento fra elemento di fissaggio e tipo di supporto, dovrà garantire una resistenza all'estrazione  $\geq$  a 400 N.

#### Preparazione della superficie

La superficie della vecchia impermeabilizzazione da conservare sarà pulita con l'aiuto di mezzo adatto. Ogni materiale senza coesione (scaglie di ardesia, muschi, sedimenti, ecc.) dovrà essere rimosso.

#### Smontaggio lattonerie coprimuro esistenti

Smontaggio degli elementi di lattoneria posti a protezione del muro perimetrale di facciata su C.so Tazzoli, pulizia ed accantonamento in vista del loro reimpiego ad opere di rifacimento del manto impermeabile compiute.

#### Vernice di impregnazione bituminosa

Fornitura e posa di una vernice di impregnazione bituminosa a freddo tipo Derbiprimer S dell'azienda Derbigum, costituita da bitume di petrolio in solventi idrocarburi. La vernice sarà stesa in corrispondenza della superficie interna dei canali di gronda. La vernice dovrà consentire di migliorare l'aderenza delle membrane e dei prodotti di impermeabilizzazione a base di bitume su supporti porosi o assorbenti.

Caratteristiche tecniche:

Massa volumica	0,90 kg/l
Residuo secco	55 %
Punto di infiammabilità Pensky Martens	35 °C

Su un supporto pulito, asciutto e compatibile dovrà essere stesa una mano di materiale in ragione di 0,30 l/m<sup>2</sup>, secondo la rugosità del supporto, per mezzo di pistola airless, rullo o spatola da asfaltatore. Le mancanze saranno riprese e gli accumuli in eccesso scartati. Il lavoro sarà interrotto in caso di pioggia. Tempo di asciugatura: dalle 3 alle 24 ore (per permettere l'evaporazione dei solventi contenuti nella vernice) in funzione delle condizioni climatiche e del supporto.

#### Strato di prima impermeabilizzazione, settorizzazione e vincolo della membrana con adesivo bituminoso a freddo

Fornitura e posa di uno strato adesivo bituminoso a freddo ecocompatibile tipo Derbibond NT della ditta Derbigum, costituito da una soluzione omogenea stabile di bitume, polimeri, cariche minerali e componenti non nocivi, destinato all'aderenza totale di membrane bituminose, non contenente composti organici volatili (VOC).

Il prodotto costituirà uno strato impermeabile supplementare tra il supporto e la membrana impermeabile. Restando elastico nel tempo, asseconderà i piccoli movimenti di assestamento dell'edificio e della membrana impermeabile sovrastante.

Il prodotto disporrà di agrément tecnico ATG 1502 e 2053 dell'UBAtc (Belgio). La metodologia applicativa dovrà essere contemplata nel certificato Agrément Europeo del collante.

Caratteristiche tecniche

Massa volumica	1,15 kg/l
Punto di infiammabilità Pensky Martens	> 200°C

Lo strato adesivo dovrà essere posato in opera su un supporto pulito e asciutto, in ragione di c.ca 1 kg/m<sup>2</sup> per mezzo di racla dentellata speciale o spraygun.

Elemento di tenuta impermeabile Fire Resistant e U.V. Resistant

Fornitura e posa di una membrana tipo Derbigum SP FR della ditta Derbigum, spessore 4 mm, prodotta con una mescola di bitume, poliolefine atattiche termoplastiche nobili (TPO) e additivi ignifughi halogen free rispettosi dell'ambiente. La membrana sarà provvista di due armature divise composte da tessuto non tessuto di poliestere (150 g/m<sup>2</sup>) e da velo di vetro (55 g/m<sup>2</sup>) posizionate sulla parte superiore della sezione della membrana, conferendole la resistenza ai raggi UV. La membrana dovrà disporre di agrément tecnico ATG 1502 dell'UBAtc. La metodologia applicativa dovrà essere contemplata nel certificato Agrément Europeo della membrana.

La durata minima di oltre 25 anni dovrà essere certificata con rapporto di longevità ICITE. Il sistema di gestione della produzione e del controllo della membrana sarà certificato ISO 9001, ISO 14001 ed EMAS.

La membrana sarà ottenuta con il 12% di membrane riciclate pre-consumo e post-consumo. L'energia utilizzata per la produzione deriverà esclusivamente da fonte rinnovabile. Il prodotto sarà riciclabile al 100%.

## Caratteristiche tecniche:

Spessore EN 1849-1 4 mm

Stabilità di forma a caldo EN 1110  $\geq 150^{\circ}\text{C}$

Flessibilità alla produzione EN 1109  $-20^{\circ}\text{C}$

Reazione al fuoco EN 13501-1 Classe E

Resistenza a trazione EN 12311-1 L: 700 N/5 cm; T: 650 N/5 cm

Allungamento a rottura EN 12311-1 L: 45 %; T: 45 %

Ritiro sui sormonti Test BDA 022 0 mm

Stabilità dimensionale EN 1107-1  $\leq 0,2\%$

Resistenza alla lacerazione EN 12310-1  $\geq 150\text{ N}$

Resistenza all'urto EN 12691  $\geq 1250\text{ mm}$

Resistenza al punzonamento statico EN 12730  $\geq 20\text{ Kg}$  (Metodo - A)

Resistenza al fuoco esterno EN 13501-5 (ENV 1187-1) B roof (t1), B roof (t2), B roof (t3)

I rotoli dovranno essere allineati sul supporto e sovrapposti di 10 cm prima di essere ripiegati.

La membrana dovrà essere riposizionata sulla colla recentemente applicata sul supporto.

I sormonti, di 10 cm in direzione longitudinale e 15 cm in direzione trasversale, dovranno sempre essere saldati con cannello su tutta la loro larghezza e poi pressati con un rullo di  $\pm 15\text{ kg}$ . Una piccola quantità di bitume dovrà uscire dal giunto di sormonto. Il cordolo di bitume potrà essere smussato con la punta della cazzuola scaldata.

Il sistema impermeabile dovrà essere corredato di certificato di garanzia assicurativa postuma (prodotti + posa), rilasciata dal produttore, per la durata di anni 10 + 5. Il rilascio della garanzia sarà subordinato al collaudo del cantiere da parte del produttore.

### Canali di gronda

Durante i sopralluoghi in fase di redazione del progetto definitivo si sono riscontrate infiltrazioni derivanti da problematiche legate all'impermeabilizzazione del canale di gronda della falda sud e dei relativi imbocchi dei pluviali. Pertanto i canali di raccolta posti sulle testate della copertura a falde saranno impermeabilizzati mediante fornitura e posa di una membrana impermeabilizzante tipo Derbigum SP FR della ditta Derbigum, spessore 4 mm, posta in opera mediante termosaldatura.

La membrana dovrà rivestire per intero i lati interni del canale così come la sommità orizzontale del muro di facciata dell'edificio, poi coperta con lattoneria coprimuro.

I rotoli dovranno essere allineati sul supporto sovrapponendoli di 10 cm prima di essere avvolti di nuovo. La membrana dovrà essere svolta scaldando la sua faccia inferiore con bruciatore a gas propano fintanto che assuma un aspetto lucido, a questo punto la membrana sarà pronta per essere fatta aderire al supporto.

I sormonti, di 10 cm in direzione longitudinale e 15 cm in direzione trasversale, dovranno sempre essere saldati con cannello su tutta la loro larghezza e poi pressati con un rullo di  $\pm 15$  kg. Una piccola quantità di bitume dovrà uscire dal giunto di sormonto. Il cordolo di bitume potrà essere smussato con la punta della cazzuola scaldata.

### Bocchettoni e scarichi d'acqua

Fornitura e posa di bocchettone per scarico di acque pluviali fabbricato in gomma sintetica E.P.D.M (Etilene Propilene Diene Monomero). Il bocchettone, che comprenderà una flangia ed una prolunga, sarà posto in opera tra due strati di membrane impermeabilizzanti.

Caratteristiche tecniche:

Altezza	200 mm
75 / 80 / 90 / 100 / 110 / 120 / 125 / 140 mm	
Carico a rottura ASTM D412	35 kg/cm <sup>2</sup>
Allungamento a rottura ASTM D412	350 %
Durezza ASTM D 2240	80 $\pm$ 5
Resistenza allo strappo ASTM D624	25 kg/cm
Lunghezza della prolunga	230 mm

Su un supporto pulito e asciutto, dovrà essere applicata una vernice di impregnazione bituminosa tipo Derbiprimer S della ditta Derbigum, in ragione di 300 g/m<sup>2</sup>. Dovrà essere posato, per rinvenimento a fiamma, un fazzoletto di membrana bituminosa elastomerica tipo Copolene della ditta Derbigum, di dimensione superiore alla flangia del bocchettone. Dovrà quindi essere introdotto il bocchettone nel foro e dovrà essere fatta aderire la faccia inferiore della flangia sul sottostrato di membrana bituminosa, dopo aver fatto rinvenire con la fiamma il bitume della faccia superiore di quest'ultimo. Dovrà essere saldata a fiamma la membrana di impermeabilizzazione tipo Derbigum SP FR sul bocchettone ed una volta raffreddata, verrà tagliata con precauzione sul perimetro interno dello scarico del bocchettone. La congiunzione tra flangia e membrana sarà verificata con l'aiuto della punta della cazzuola. Dovrà poi essere posato ad incastro un parafole adeguato.

#### Lattonerie coprimuro

Rimontaggio delle lattonerie coprimuro precedentemente accantonate.

La copertina dovrà essere fissata mediante tasselli ad espansione posti ad interasse di cm 30 circa. I sormonti degli elementi saranno  $\geq 50$  mm e sigillati con sigillante tipo Derbitech Sealstick.

#### Profilo di finitura dei perimetri

Fornitura e posa di profilo perimetrale tipo Rofycom RE G20 della ditta Derbigum, in materiale composito ottenuto da estrusione continua e polimerizzazione di fibra di vetro e di resina poliestere. Si tratterà di un materiale chimicamente inerte resistente a corrosione e colorato nella massa.

Caratteristiche tecniche:

Coefficiente di dilatazione (ASTM E831) (a 50°C)	14 $\mu\text{m}$ (m°C)
Resistenza al decolorazione	Delta E = 0,3
Resistenza alle intemperie	Delta E = 0,6 dopo 500 h
Resistenza a trazione	140 MPa
Resistenza a compressione	110 MPa
Resistenza all'impatto	100 kJ/m <sup>2</sup>
Durezza	50 Barcol

I profili perimetrali dovranno essere posizionati lungo i due lati della copertura privi di canali di raccolta, ovvero quelli paralleli alla pendenza. I profili perimetrali saranno posti su un primo strato di preparazione costituito da una fascia in membrana elastomerica tipo Copolene della ditta Derbigum. Il loro fissaggio verrà effettuato per mezzo di viti inossidabili e tasselli sintetici.

I fissaggi si dovranno trovare a 0,10 m dalle estremità e saranno ripartiti uniformemente su tutta la barra, con un passo di massimo 0,40 m. Sarà mantenuta un'apertura di 1 mm tra le barre. Gli angoli saranno realizzati per mezzo di tagli di angoli nelle barre con l'aiuto di una sega a TABs. Le due barre saranno contrapposte senza aperture. La congiunzione dovrà essere ugualmente rinforzata prima del fissaggio con l'aggiunta di un profilo di collegamento sulle facce perimetrali ed applicato sulla faccia posteriore del profilo. Dopo avere realizzato la posa ed il fissaggio del profilo sullo strato di preparazione dovrà essere applicata una vernice di aderenza bituminosa DERBIPRIMER S in ragione di 0,25 l/m<sup>2</sup> sull'ala del profilo; si dovrà saldare il manto impermeabile in piena aderenza con l'ausilio di un cannello realizzando così la congiunzione profilo/impermeabilizzazione. Lo spazio che rimarrà tra l'impermeabilizzazione e le parti superiori del profilo verticale dovrà essere chiuso per mezzo di una massa sigillante a plasticità permanente tipo Derbimastic S della ditta Derbigum; la faccia superiore della massa di sigillatura dovrà essere lisciata per mezzo di una cazzuola leggermente scaldata.



Fig. 1: Pista 1\_Guaina impermeabilizzante copertura a falde

L'appaltatore dovrà produrre il Progetto costruttivo per approvazione da parte della DL. Il Progetto dovrà essere corredato da schede tecniche di tutti i materiali utilizzati (dallo strato inferiore – nuova membrana- allo strato superiore – pannelli FV) con evidenza dei pesi specifici di ciascun materiale. Il nuovo pacchetto completo di copertura dovrà rispettare quanto prescritto nella Relazione di calcolo delle opere strutturali facente parte del presente appalto.

In sede di esecuzione dell'opera Si prevede prova di carico del sistema globale da concordare con DL.

Per maggiori dettagli costruttivi e indicazioni generali e specifiche si faccia riferimento a quanto riportato all'interno degli elaborati grafici delle opere strutturali/architettoniche ed impiantistiche facenti parte del presente appalto.

• **Nuova impermeabilizzazione canale di gronda su copertura piana e cavedio tecnico, sostituzione bocchettoni di scarico (Intervento H)**

Tenuto conto delle problematiche di infiltrazione d' acqua all'interno dell'edificio, in corrispondenza del lato Nord della copertura, legate allo stato di conservazione del manto impermeabile che riveste il canale di gronda (cimose di sormonta fra i teli dissaldate, mancanza di protezione dei risvolti verticali e bocchettoni di scarico degradati), si prevede la sostituzione dei bocchettoni per lo scarico delle acque e la fornitura e posa di una nuova guaina impermeabilizzante in sua corrispondenza.

Si prevede inoltre la realizzazione di una nuova impermeabilizzazione del cavedio tecnico in copertura, data la presenza di infiltrazioni d'acqua in sua corrispondenza.

Saranno previste le seguenti lavorazioni:

- Preparazione della superficie;
- Rimozione dei bocchettoni;
- Fornitura e posa di nuovi bocchettoni di scarico;
- Riparazione delle sormonte aperte.

**Preparazione della superficie**

La superficie della vecchia impermeabilizzazione sarà pulita con l'aiuto di mezzo adatto. Ogni materiale senza coesione (scaglie di ardesia, muschi, sedimenti, ecc.) dovrà essere rimosso.

**Rimozione dei bocchettoni**

I bocchettoni esistenti saranno rimossi ed eliminati fuori dai limiti della proprietà.

**Nuovi bocchettoni di scarico**

Fornitura e posa di bocchettone per scarico di acque pluviali fabbricato in gomma sintetica E.P.D.M (Etilene Propilene Diene Monomero). Il bocchettone, che comprenderà una flangia ed una prolunga, sarà posto in opera tra due strati di membrane impermeabilizzanti.



**Caratteristiche tecniche:**

Altezza	200 mm
Diametro	75 / 80 / 90 / 100 / 110 / 120 / 125 / 140 mm
Carico a rottura ASTM D412	35 kg/cm <sup>2</sup>
Allungamento a rottura ASTM D412	350 %
Durezza ASTM D 2240	80 ± 5
Resistenza allo strappo ASTM D624	25 kg/cm
Lunghezza della prolunga	230 mm

Su un supporto pulito e asciutto, dovrà essere applicata una vernice di impregnazione bituminosa tipo Derbiprimer S della ditta Derbigum, in ragione di 300 g/m<sup>2</sup>. Dovrà essere posato, per rinvenimento a fiamma, un fazzoletto di membrana bituminosa elastomerica tipo Copolene della ditta Derbigum, di dimensione superiore alla flangia del bocchettone. Dovrà quindi essere introdotto il bocchettone nel foro e dovrà essere fatta aderire la faccia inferiore della flangia sul sottostrato di membrana bituminosa, dopo aver fatto rinvenire con la fiamma il bitume della faccia superiore di quest'ultimo. Dovrà essere saldata a fiamma la membrana di impermeabilizzazione tipo Derbigum SP FR sul bocchettone ed una volta raffreddata, verrà tagliata con precauzione sul perimetro interno dello scarico del bocchettone. La congiunzione tra flangia e membrana sarà verificata con l'aiuto della punta della cazzuola. Dovrà poi essere posato ad incastro un parafoglie adeguato.

**Sormonte aperte**

Le cimose di sovrapposizione ormai dissaldate potranno essere riparate mediante fornitura e posa, per rinvenimento a caldo, di una fascia di pontage in membrana bituminosa DERBIGUM SP FR.

Suddetta fascia avrà una larghezza di 36 cm e sarà posizionata a cavallo delle cimose da trattare.

L'Appaltatore dovrà fornire adeguate garanzie sull'intervento di nuova impermeabilizzazione; le zone interessate dalla lavorazione dovranno essere opportunatamente delimitate, per evitare esclusioni di garanzia del nuovo sistema impermeabilizzante.

- **Installazione di linea vita (Intervento B)**

Lungo la linea di colmo della stessa copertura a doppia falda e lungo il tratto di raccordo che conduce alla scala fissa a pioli verrà installata una linea vita orizzontale tipo Somain sistema Libera C, che dovrà essere conforme alla normativa UNI 11578: 2015, UNI 795:2012 e UNI

CEN/TS 16415:2013. La linea vita sarà ancorata alla struttura portante della copertura sottostante (cfr. paragrafo opere in acciaio); dovrà essere comprensiva di 3 elementi di ancoraggio di estremità e di 5 elementi di ancoraggio intermedi che utilizzino linee di ancoraggio flessibili orizzontali (dispositivi di ancoraggio di tipo C, con la possibilità di un'inclinazione massima di 15° rispetto all'orizzontale) e sarà costituita da un cavo in acciaio inox diam. 8 mm. con un assorbitore di energia montato all'estremità della linea, per smorzare l'energia in caso di caduta dell'operatore. Il passaggio degli intermedi, come imposto dal D.Lgs. 81/2008, avverrà senza lo sgancio dell'operatore, ma con un semplice ed agevole movimento sinusoidale. La distanza massima tra due supporti sarà di 15m e la minima di 5 m.

Al termine del montaggio prevedere il ripristino del manto di copertura e dell'impermeabilizzazione in copertura in corrispondenza dei punti di ancoraggio fissi.

Gli elementi di ancoraggio saranno dotati di collare in guaina bituminosa per il ripristino dell'impermeabilizzazione.

Tutti i componenti saranno in lega d'alluminio verniciati RAL9006 ad eccezione del cavo e dei sistemi di fissaggio che saranno in acciaio inox.

La linea vita dovrà essere montata da personale competente ed addestrato, che rilascerà certificato di corretta posa e regolare esecuzione a firma di professionista abilitato. Il sistema dovrà essere garantito per 10 anni (con l'obbligo di manutenzione annuale), e testato, secondo norma UNI EN 795:2012, con prove di carico sia statiche sia dinamiche da Ente terzo notificato che accerti che gli elementi utilizzati di volta in volta saranno conformi a quelli testati. Tutti i prodotti dovranno essere marcati CE.

Elementi del sistema:

- n°3 elementi d'estremità, ciascuno dei quali realizzato in pressofusione d'alluminio, base circolare Ø150 mm con 4 fori Ø6.5, cava cilindrica Ø16.5 per il fissaggio al supporto, viti auto-filettanti 6.3x45 mm dotate di rondella piana con guaina di tenuta Ø16.
- n° 5 elementi intermedi, ciascuno dei quali realizzato in pressofusione d'alluminio EN AB 46100, base circolare Ø150 mm con 4 fori Ø6.5, cava cilindrica Ø16.5 per il fissaggio al supporto intermedio, viti auto-filettanti 6.3x45 mm, dotate di rondella piana con guaina di tenuta Ø16, da posizionare ogni 15m massimo e consente un passaggio sicuro dell'utilizzatore senza che si debba sganciare dalla linea vita;
- archetto per rinvio d'angolo, che impedisce la fuoriuscita accidentale del cavo in corrispondenza dei cambi di direzione. L'elemento, realizzato in acciaio AISI 304, sarà

installato nel corpo rotante dell'elemento di estremità mediante vite in acciaio inox con filetto passo 1,5.

- blocco assorbitore d'energia/tenditore. Deve consentire la ridurre dell'energia cinetica in caso di caduta e attutire il colpo. L'energia viene dissipata dalla sfera che attraversa il cilindro in EPDM contenuto all'interno del carter protettivo. Il cilindro in gomma deve essere sostituito in caso di entrata in funzione del sistema. Svolge anche la funzione di tenditore per il corretto posizionamento del cavo;
- tenditore per il corretto pensionamento del cavo mediante regolazione dei dadi M16 presenti sul filetto. Sarà costituito da barra in acciaio inox AISI 304;
- cavo in acciaio inox  $\varnothing$  8 mm formato da 7 trefoli da 19 fili;
- cartello identificatore con i dati dell'impianto, da collocare in corrispondenza di ogni accesso;
- piombino identificatore.
- n°.8 pali verticali di supporto per ancoraggio linea vita ( $h > 500\text{mm}$ ) tipo prodotto SAS 30-50 della ditta Somain ancorati direttamente alle piastre in acciaio di nuova realizzazione che vincolano l'ancoraggio alle strutture esistenti.
- n°.8 Set di quattro distanziatori per i supporti impermeabili.

#### • **Realizzazione di scala fissa esterna (Intervento C)**

Sarà realizzata una scala fissa esterna a pioli in profili di alluminio, per accedere alla copertura a falda inclinata ed agevolare le operazioni di manutenzione dell'impianto fotovoltaico. La scala risponderà ai requisiti della normativa D.L. 81/08 e ISO 14122-4. I gradini dovranno essere costituiti da pioli quadrati anti-scivolo in alluminio dim. 30x30 mm.

La scala verrà vincolata alla parete esterna della copertura, in calcestruzzo armato, mediante anche di ancoraggio e num. 4 tasselli meccanici M16/staffa tipo Hilti HST3 adatti per calcestruzzo fessurato. Le staffe di fissaggio, aventi interasse massima pari a 1800mm, saranno in acciaio zincato a caldo e consentiranno una distanza minima della scala dalla parete di ca. 180 mm.

Al termine dell'installazione l'appaltatore dovrà produrre idonea documentazione e certificazioni del manufatto installato ai sensi delle normative suddette.

Per maggiori dettagli costruttivi e indicazioni generali e specifiche si faccia riferimento a quanto riportato all'interno degli elaborati grafici delle opere strutturali/architettoniche ed impiantistiche facenti parte del presente appalto.

#### 6.2.1.2 Opere in facciata

- **Posa di carter di protezione cavi di collegamento impianto fotovoltaico (Intervento D)**

Al fine di mascherare le discese in facciata dei cavi elettrici di collegamento dell'impianto fotovoltaico sono previsti i seguenti interventi:

- Sulla facciata Nord – Ovest, in corrispondenza della parete in copertura rivestita in lamiera aggraffata, sarà posato un carter in alluminio di lunghezza pari a c.a. 5 m, p, 10/10mm, a protezione della discesa dei cavi di collegamento dell'impianto fotovoltaico fino alla copertura piana. Il RAL sarà a scelta della D.L..
- Sulla facciata Nord-Est sarà posato un carter in alluminio di lunghezza pari a c.a. 11,55 m, p, 10/10mm, a protezione della discesa dei cavi di collegamento dell'impianto fotovoltaico fino alla cabina. Il RAL sarà a scelta della D.L.

I carter ospiteranno due canaline elettriche da 500 mm altezza 100 mm, dovranno essere smontabili ed avranno dimensioni 80x60 cm (larghezza per profondità).



- **Schermatura solare tramite pellicole oscuranti (Intervento E – F)**

E' stata richiesta soluzione per limitare il fenomeno di surriscaldamento legato all'irraggiamento

solare in corrispondenza della facciata vetrata esposta a Sud, su C.so Tazzoli, e dei serramenti della facciata esposta ad Est, su Via d'Arborea. A tale scopo saranno applicate pellicole multistrato di oscuramento solare in poliestere, tipo 3M Prestige 40 Exterior, spessore 62 micron, colore quasi trasparente, sul lato esterno delle vetrate della facciata continua su Corso Tazzoli ed in corrispondenza delle aperture vetrate di facciata su Via d'Arborea. L'installazione sulla facciata di C.so Tazzoli sarà limitata alle superfici vetrate verticali antistanti i varchi nella muratura che consentono l'accesso alle tribune, nonché alle vetrate presenti in loro corrispondenza sulla copertura.

La pellicola consentirà di attenuare e riflettere la radiazione solare, riducendo significativamente i raggi UV-A e UV-B, ed inoltre di ottenere una distribuzione uniforme dei raggi solari, riducendo così l'effetto dell'abbagliamento.

La pellicola sarà realizzata mediante nanotecnologie e sarà priva di metalli; avrà un rivestimento resistente ai graffi.

La pellicola sarà installata utilizzando acqua ed una soluzione di sapone. L'adesione completa si raggiungerà dopo 8-10 giorni a 18°C (ambiente secco).

La pulizia potrà avvenire 30 giorni dopo l'installazione utilizzando comuni agenti di pulizia per finestre ed evitando l'utilizzo di materiali abrasivi. Sarà da evitare una pulizia eseguita a secco.



Fig. 3: Facciata Via d'Arborea



Fig. 4: Facciata C.so Tazzoli

## 6.2.2 Opere Pista 2

### 6.2.2.1 Opere in copertura

Tenuto conto delle problematiche di infiltrazione di acqua all'interno dell'edificio, in corrispondenza del giunto di dilatazione in copertura ed in sua prossimità, nonché in corrispondenza della pareti perimetrali sul lato Sud, si prevede la fornitura e posa di un nuovo giunto di dilatazione ad impermeabilità in sostituzione di quello esistente, la realizzazione di una nuova impermeabilizzazione dell'area esterna lungo via San Remo e dell'estradosso dell'intera copertura. L'intervento comporterà la rimozione totale e la successiva realizzazione di una nuova stratigrafia all'estradosso del solaio di copertura, con ripristino del verde pensile, delle zone pavimentate e con malto in asfalto, ad eccezione delle zone erbose esistenti lungo Via San Remo che verranno sostituite da una pavimentazione in asfalto.

In corrispondenza delle zone che verranno asfaltate l'intervento prevederà le seguenti lavorazioni:

- Rimozione degli elementi di arredo urbano in vista del loro ricollocamento a lavorazioni compiute;
- Rimozione della pavimentazione e della stratigrafia esistente, fino al raggiungimento del supporto strutturale;
- Rimozione delle griglie di ventilazione e stoccaggio delle stesse in vista del loro ricollocamento a lavorazioni compiute
- Rimozione dell'impianto di irrigazione esistente nelle porzioni con manto erboso che verranno asfaltate
  - Esecuzione di scavo lungo il perimetro dell'area di intervento, di profondità  $\geq 1$  ml rispetto all'estradosso del solaio, al fine di mettere a nudo la ripresa di getto fra muro di contenimento in C.A. e solaio e consentire un adeguato risvolto a scendere del nuovo sistema impermeabile;
  - Realizzazione di cordolo di compartimentazione fra la zona su cui verrà rifatto il manto impermeabile e quella su cui si manterrà quello esistente;
  - Stesura di vernice di impregnazione bituminosa a freddo tipo Derbiprimer S della ditta Derbigum;
  - Fornitura e posa di strato di prima impermeabilizzazione, adesivo bituminoso a freddo ecocompatibile tipo Derbibond NT della ditta Derbigum;
  - Fornitura e posa di membrana ad elevata resistenza meccanica, tipo Derbigum GC della ditta Derbigum, spessore 5 mm, prodotta con una miscela di bitume e poliolefine atattiche termoplastiche nobili (TPO), provvista di due armature divise composte da tessuto non tessuto di poliestere e da velo di vetro;
  - Impermeabilizzazione dei risvolti a salire e di quelli a scendere;
  - Completamento dei risvolti a salire con profilo metallico atto al fissaggio a parete e sigillatura dei risvolti verticali



dell'elemento di tenuta

- Fornitura e posa di profilo in lamiera a protezione dei risvolti di impermeabilizzazione a salire;
- Fornitura e posa di giunto strutturale prefabbricato per coperture impermeabili tipo Flamline 40 della ditta Derbigum, realizzato in butile elastomero;
- Fornitura e posa di resina liquida per esecuzione dei raccordi impermeabili in corrispondenza delle soglie delle scale e degli ascensori
- Fornitura e posa di nuovi cordoli in cemento armato in sostituzione di quelli precedentemente rimossi;
- Fornitura e posa di uno strato di scorrimento fra manto impermeabile ed isolamento XPS composto da foglio di polietilene macroforato, di minimo 0.30 mm di spessore;
- Fornitura e posa di strato termo-isolante in pannelli di polistirene espanso estruso (XPS) spessore 80 mm;
- Fornitura e posa di uno strato distaccante composto da un foglio di polietilene;
- Fornitura e posa lungo i perimetri della nuova cappa cementizia, di elemento comprimibile in EPS sp. 3 cm;
- Realizzazione di cappa cementizia armata con rete elettrosaldata sp. 10 cm;
- Posa di binder strato di collegamento sp. 10 cm;
- Posa di tappetino di usura sp. 4 cm.

Per quanto riguarda la zona a verde interna al parco verranno eseguite le seguenti lavorazioni:

- Rimozione degli elementi di arredo urbano (panchine, corpi illuminanti incassati nella pavimentazione) e stoccaggio in vista del loro ricollocamento a lavorazioni compiute
- Rimozione della pavimentazione e della stratigrafia esistente, fino al raggiungimento del supporto strutturale
- Rimozione dell'impianto di irrigazione esistente in vista del suo rimontaggio a lavorazioni compiute
  - Esecuzione di scavo lungo il perimetro dell'area di intervento, di profondità  $\geq 1$  ml rispetto all'estradosso del solaio, al fine di mettere a nudo la ripresa di getto fra muro di contenimento in C.A. e solaio e consentire un adeguato risvolto a scendere del nuovo sistema impermeabile.
  - Stesura di vernice di impregnazione bituminosa a freddo tipo Derbiprimer S della ditta Derbigum;
- Fornitura e posa di uno strato di prima impermeabilizzazione e di vincolo della membrana, adesivo bituminoso a freddo ecocompatibile tipo Derbibond NT della ditta Derbigum, destinato all'aderenza totale di membrane bituminose. Restando elastico nel tempo, asseconda i piccoli movimenti di assestamento dell'edificio e della membrana impermeabile sovrastante.
- Fornitura e posa di una membrana impermeabile anti-radice ad elevata resistenza meccanica tipo Derbigum GC AR della ditta Derbigum, spessore 5 mm. I risvolti verticali a scendere saranno collegati all'impermeabilizzazione orizzontale mediante un raddoppio di membrana di larghezza 10 cm, saldato a fiamma. Nel caso di raccordo fra solaio di copertura e muro di contenimento in C.A. l'altezza dei verticali a scendere dovrà oltrepassare la ripresa di getto fra muro e solaio di almeno 40 cm;
  - Impermeabilizzazione dei risvolti a salire e di quelli a scendere;
- Completamento dei risvolti a salire con profilo metallico atto al fissaggio a parete e sigillatura dei risvolti verticali dell'elemento di tenuta;
- Fornitura e posa di uno strato di scorrimento fra manto impermeabile ed isolamento XPS composto da foglio di polietilene

macroforato, di minimo 0.30 mm di spessore;

- Fornitura e posa di strato di isolamento termico XPS sp. 8 cm;
- Ripristino della porzione di copertura a verde pensile mediante fornitura e posa in opera a secco di una stuoia geodrenante e di protezione, composta da un'anima drenante di fibre plastiche di grossa drenatura con un alto indice dei vuoti, accoppiata su ambedue le facce con geotessile non tessuto avente la funzione di filtro, di spessore totale di 8 mm circa.

Fornitura e posa di strato colturale per copertura a verde pensile;

- Fornitura e posa di blocchi di pavimentazione in cls prefabbricato analoghi agli esistenti dim. 150x100 cm;
- Ricollocamento degli elementi di arredo urbano.

#### Operazioni di rimozione

Rimozione ed eliminazione della pavimentazione esistente, dei cordoli in calcestruzzo e dell'intera stratigrafia esistente fino al raggiungimento del supporto strutturale. Lo sgombero e l'eliminazione saranno realizzati con l'aiuto di mezzi appropriati.

La rimozione del manto impermeabile esistente, compresi i risvolti verticali (sia a salire che a scendere) dovrà essere fatta in modo coordinato con la posa del nuovo sistema impermeabile in modo da non lasciare mai completamente scoperta alcuna porzione del solaio.

Rimozione, pulizia e stoccaggio delle griglie di ventilazione esistenti in vista del loro rimontaggio ad opere di rifacimento del manto impermeabile compiute.

Rimozione degli elementi dissuasori in calcestruzzo in vista del loro rimontaggio successivo.

Rimozione degli elementi di arredo urbano, quali panchine, pali della luce, corpi illuminanti incassati nella pavimentazione, in vista del loro rimontaggio al termine delle lavorazioni.

Scollegamento dell'impianto di irrigazione esistente dalla rete di distribuzione, rimozione dei componenti del sistema e stoccaggio in vista del loro ricollocamento in opera e reinterro ad opere di rifacimento del manto impermeabile compiute.

#### Scavo perimetrale

Realizzazione di uno scavo lungo il perimetro dell'area oggetto di intervento, di profondità  $\geq 1$  m rispetto all'estradosso del solaio, al fine di mettere a nudo la ripresa di getto fra muro di contenimento in C.A. e solaio e consentire un adeguato risvolto a scendere del nuovo sistema impermeabile.

#### Cordolo di compartimentazione

Realizzazione di un cordolo in calcestruzzo avente funzione di compartimentazione fra la zona su cui verrà rifatto il manto impermeabile lungo Via San Remo e quella su cui si manterrà quello esistente. Suddetto cordolo, sez. 30x30 cm, sarà realizzato in calcestruzzo armato previa posa,



alla base dello stesso, di un cordone bentonitico idro-espansivo. Dovrà essere appoggiato direttamente sul supporto strutturale in C.A. pieno, appositamente preparato e pulito. Sarà successivamente rivestito con i risvolti verticali del nuovo sistema impermeabile il quale si andrà poi a raccordare con l'impermeabilizzazione esistente della parte non oggetto di intervento. Le zone interessate da tale lavorazione sono le congiunzioni fra il solaio oggetto di intervento ed i solai dei tunnel interrati.

#### Vernice di impregnazione

Fornitura e posa di una vernice di impregnazione bituminosa a freddo tipo Derbiprimer S della ditta Derbigum, costituita da bitume di petrolio in solventi idrocarburi. Tale vernice è concepita per migliorare l'aderenza delle membrane e dei prodotti di impermeabilizzazione a base di bitume su supporti porosi o assorbenti.

Caratteristiche tecniche:

Massa volumica	0,90 kg/l
Residuo secco	55 %
Punto di infiammabilità Pensky Martens	35 °C

Su un supporto pulito, asciutto e compatibile dovrà essere stesa una mano di materiale in ragione di 0,30 l/m<sup>2</sup>, secondo la rugosità del supporto, per mezzo di pistola airless, rullo o spatola da asfaltatore. Le mancanze saranno riprese e gli accumuli in eccesso scartati. Il lavoro sarà interrotto in caso di pioggia. Il tempo di asciugatura sarà dalle 3 alle 24 ore (per permettere l'evaporazione dei solventi contenuti nella vernice) in funzione delle condizioni climatiche e del supporto.

Le superfici da trattare saranno tutte le superfici orizzontali, inclinate e verticali sulle quali sarà posta la membrana di impermeabilizzazione.

#### Strato di prima impermeabilizzazione, settorizzazione e vincolo della membrana con adesivo bituminoso a freddo

Fornitura e posa di uno strato adesivo bituminoso a freddo ecocompatibile tipo Derbibond NT della ditta Derbigum, costituito da una soluzione omogenea stabile di bitume, polimeri, cariche minerali e componenti non nocivi, destinato all'aderenza totale di membrane bituminose. Non contiene composti organici volatili (VOC).

Il prodotto costituirà uno strato impermeabile supplementare tra il supporto e la membrana impermeabile. Restando elastico nel tempo, asseconderà i piccoli movimenti di assestamento dell'edificio e della membrana impermeabile sovrastante.

Il prodotto disporrà di agrément tecnico ATG 1502 e 2053 dell'UBAtc (Belgio). La metodologia applicativa dovrà essere contemplata nel certificato Agrément Europeo del collante.

Caratteristiche tecniche:

Massa volumica 1,15 kg/l

Punto di infiammabilità Pensky Martens > 200°C

Il prodotto dovrà essere posato su un supporto pulito e asciutto, in ragione di c.ca 1 kg/m<sup>2</sup> per mezzo di racla dentellata speciale o spraygun.

#### Membrana impermeabilizzante

Fornitura e posa, in corrispondenza delle aree con pavimentazione in asfalto, di una membrana tipo Derbigum GC della ditta Derbigum, spessore 5 mm, prodotta con una miscela di bitume e poliolefine atattiche termoplastiche nobili (TPO). La membrana sarà provvista di due armature divise composte da tessuto non tessuto di poliestere (260 g/m<sup>2</sup>) e da velo di vetro (55 g/m<sup>2</sup>) posizionate sulla parte superiore della sezione della membrana. Tale caratteristica conferirà la resistenza ai raggi UV e alle elevate temperature, con possibilità di ricevere il conglomerato bituminoso a diretto contatto.

La membrana disporrà di agrément tecnico ATG 1502 dell'UBAtc. La metodologia applicativa dovrà essere contemplata nel certificato Agrément Europeo della membrana.

Il sistema di gestione della produzione e del controllo della membrana sarà certificato ISO 9001, ISO 14001 ed EMAS. Il prodotto sarà ottenuto con il 10% di membrane riciclate pre-consumo e post-consumo. L'energia utilizzata per la produzione deriverà esclusivamente da fonte rinnovabile. Il prodotto sarà riciclabile al 100%.

Il sistema impermeabile dovrà essere corredato di certificato di garanzia assicurativa postuma (prodotti + posa), rilasciata dal produttore, per la durata di anni 10+5. Il rilascio della garanzia sarà subordinato al collaudo del cantiere da parte del produttore.

Caratteristiche tecniche:

Spessore EN 1849-1	5 mm
Stabilità di forma a caldo EN 1110	≥ 140°C
Flessibilità alla produzione EN 1109	-20°C
Resistenza a trazione EN 12311-1	L: 1200 N/5 cm; T: 1200 N/5 cm
Allungamento a rottura EN 12311-1	L: 50 %; T: 50 %
Stabilità dimensionale EN 1107-1	≤ 0,2%
Resistenza alla lacerazione EN 12310-1	200 N
Resistenza all'urto EN 12691	≥ 1750 mm
Resistenza al punzonamento statico EN 12730	≥ 20 Kg (Metodo - A)

I rotoli di membrana saranno allineati sul supporto e sovrapposti di 10 cm prima di essere ripiegati.

I sormonti, di 10 cm in direzione longitudinale e 15 cm in direzione trasversale, dovranno sempre essere saldati con cannello su tutta la loro larghezza e poi pressati con un rullo di  $\pm 15$  kg. Una piccola quantità di bitume dovrà uscire dal giunto di sormonto. Il cordolo di bitume potrà essere smussato con la punta della cazzuola scaldata.

Fornitura e posa, in corrispondenza dell'area interna al parco, di una membrana DERBIGUM GC AR, spessore 5 mm, prodotta con una miscela di bitume e poliolefine atattiche termoplastiche nobili (TPO) e additivi anti-radice in leganti plastomerici. La membrana sarà classificata antiradice secondo la norma EN 13948, che stabilisce i requisiti di resistenza alle radici delle piante più aggressive e di rispetto della naturale crescita delle piante stesse. La membrana sarà provvista di due armature divise composte da tessuto non tessuto di poliestere (260 g/m<sup>2</sup>) e da velo di vetro (55 g/m<sup>2</sup>) posizionate sulla parte superiore della sezione della membrana.

La membrana disporrà di agrément tecnico ATG 2766 dell'UBAtc. La metodologia applicativa dovrà essere contemplata nel certificato Agrément Europeo della membrana.

Il sistema di gestione della produzione e del controllo della membrana sarà certificato ISO 9001, ISO 14001 ed EMAS.

La membrana sarà ottenuta con il 10% di membrane riciclate pre-consumo e post-consumo. L'energia utilizzata per la produzione deriverà esclusivamente da fonte rinnovabile. Il prodotto sarà riciclabile al 100%, contribuendo all'ottenimento dei crediti utili ai fini della certificazione LEED.

#### Caratteristiche tecniche

Spessore EN 1849-1	5 mm
Stabilità di forma a caldo EN 1110	$\geq 140^{\circ}\text{C}$
Flessibilità alla produzione EN 1109	$-20^{\circ}\text{C}$
Resistenza a trazione EN 12311-1	L: 1200 N/5 cm; T: 1200 N/5 cm
Allungamento a rottura EN 12311-1	L: 50 %; T: 50 %
Stabilità dimensionale EN 1107-1	$\leq 0,2\%$
Ritiro sui sormonti Test BDA 022	0 mm
Resistenza alla lacerazione EN 12310-1	$\geq 200$ N
Resistenza all'urto EN 12691	$\geq 2000$ mm
Resistenza al punzonamento statico EN 12730	$\geq 25$ Kg (Metodo - A)

## Resistenza alle radici EN 13948

## Supera la prova

I rotoli saranno allineati sul supporto e sovrapposti di 10 cm prima di essere ripiegati. La membrana dovrà essere riposizionata sulla colla recentemente applicata sul supporto.

I sormonti, di 10 cm in direzione longitudinale e 15 cm in direzione trasversale, dovranno sempre essere saldati con cannello su tutta la loro larghezza e poi pressati con un rullo di  $\pm 15$  kg. Una piccola quantità di bitume dovrà uscire dal giunto di sormonto. Il cordolo di bitume potrà essere smussato con la punta della cazzuola scaldata.

Il sistema impermeabile dovrà essere corredato di certificato di garanzia assicurativa postuma (prodotti + posa), rilasciata dal produttore, per la durata di anni 10 + 5. Il rilascio della garanzia sarà subordinato al collaudo del cantiere da parte del produttore.

### Impermeabilizzazione risvolti verticali a salire

Prima di procedere alla realizzazione dei risvolti verticali si provvederà a stendere sul supporto un primer di impregnazione bituminoso, la membrana sarà applicata solo dopo la completa essiccazione del primer. I risvolti verticali saranno realizzati in aderenza totale mediante saldatura a fiamma; saranno collegati all'impermeabilizzazione orizzontale con un raddoppio della membrana, di larghezza 10 cm, saldato a fiamma. Le strisce saranno applicate in larghezza massima corrispondente alla larghezza dei rotoli con un sormonto di 10 cm. L'altezza dei risvolti verticali dovrà superare di 15 cm minimo la quota del pavimento finito.

L'esecuzione dei risvolti verticali dovrà sempre essere completata con idoneo elemento (profilo sagomato metallico o di altro materiale) atto al fissaggio e sigillatura dei risvolti verticali dell'elemento di tenuta.

### Profilo in lamiera di fissaggio a parete

Fornitura e posa di un profilato "banda del sole" in lamiera preverniciata (colori standard), spessore 6/10, pressopiegato, sviluppo 75 mm.

In corrispondenza della sommità dei risvolti verticali a salire del sistema impermeabile, sarà fissato il profilato mediante tasselli ad espansione posti ad interasse di cm 30 c.ca. I sormonti degli elementi delle scossaline saranno  $\square$  50 mm. Negli angoli, si potranno saldare o sovrapporre le scossaline affinché non forino l'impermeabilizzazione. La sigillatura del canale

superiore del profilo sarà realizzata con mastice bituminoso a plasticità permanente tipo Derbimastic S della ditta Derbigum.

#### Impermeabilizzazione risvolti verticali a scendere

Prima di procedere alla realizzazione dei risvolti verticali si provvederà a stendere sul supporto il primer di impregnazione bituminoso, la membrana sarà applicata solo dopo la completa essiccazione del primer. I risvolti verticali saranno realizzati in aderenza totale mediante saldatura a fiamma; saranno distinti dall'impermeabilizzazione orizzontale alla quale si collegheranno con un raddoppio della membrana, di larghezza 10 cm, saldato a fiamma. Le strisce saranno applicate in larghezza massima corrispondente alla larghezza dei rotoli con un sormonto di 10 cm.

Nel caso di raccordo fra solaio di copertura e muro di contenimento in C.A. l'altezza dei verticali a scendere dovrà oltrepassare la ripresa di getto fra muro e solaio di almeno 40 cm.

L'appaltatore dovrà produrre il particolare esecutivo, per approvazione da parte della Direzione Lavori, del raccordo del nuovo manto impermeabile con il telaio delle griglie di ventilazione, previa verifica dello stato di fatto di quelle esistenti. Verrà in tal modo stabilito se queste ultime necessitano o meno di modifiche, al fine di evitare esclusioni di garanzia assicurativa del nuovo sistema impermeabile nel caso in cui non vengano realizzate secondo regola dell'arte.

#### Giunto di dilatazione strutturale

Fornitura e posa di un giunto di dilatazione strutturale prefabbricato per coperture impermeabili tipo Flamline 40 della ditta Derbigum, realizzato in butile elastomero, con caratteristiche di resistenza termica permanente fino a +90°, flessibile alle basse temperature (fino a -40 °C), resistente all'ozono, agli agenti chimici, agli acidi, agli alcali, alle soluzioni saline ed ai solventi polari come alcool ed acetone.

Caratteristiche tecniche:

Durezza DIN 53505 - Shore A	55±5
Resistenza alla trazione DIN 53504	> 6 N/mm <sup>2</sup>
Allungamento a rottura DIN 53504	> 700 %
Resistenza alla lacerazione DIN 53507	> 10 N/mm
Permeabilità al vapor d'acqua	μ 240.000
Comportamento al fuoco DIN 4102	B2
Entità movimenti compensabili	
A – movimenti longitudinali:	max ± 40 mm

B – movimenti diagonali: max  $\pm 20$  mm

C – movimenti verticali: max  $\pm 30$  mm

Il collegamento fra il giunto di dilatazione strutturale ed il manto impermeabile sarà realizzato per saldatura a fiamma e comprenderà la posa di una striscia di membrana bituminosa elastomerica tipo Copolene della ditta Derbigum saldata al supporto a cavallo dei due solai, previa stesura di una vernice di impregnazione tipo Derbiprimer S della ditta Derbigum, sulla quale sarà fatto aderire il giunto stesso; le saldature dei pezzi contigui e dei pezzi speciali del giunto avverranno per vulcanizzazione.

Il giunto strutturale sarà protetto dal punzonamento nella parte “molle” attraverso la posa di una piastra di acciaio, spessore 20/10, avvolta nel non-tessuto.

Il dettaglio sarà completato collegando il manto impermeabile al giunto, poi coperto da uno strato di membrana impermeabilizzante di protezione, saldata solo alle estremità per 10 cm, previa interposizione della piastra di acciaio avvolta nel non-tessuto di scorrimento.

#### Cordoli in cemento armato

Fornitura e posa di nuovi cordoli in cemento armato in sostituzione di quelli precedentemente rimossi per effettuare la nuova impermeabilizzazione. I cordoli avranno stessa forma e dimensioni di quelli esistenti.

#### Resina liquida per raccordi impermeabili

Fornitura e posa di una resina impermeabilizzante bicomponente tipo Derbitech flex della ditta Derbigum, pigmentata, a base di polimetilmetacrilato armato con tessuto non tessuto speciale da 110 g/m<sup>2</sup>, flessibile alle basse temperature, permeabile al vapore, resistente agli agenti atmosferici (UV, IR, ecc.), elastica e resistente alle sollecitazioni meccaniche e all'usura.

Il prodotto garantirà aderenza su supporti di varia natura e verrà utilizzato per i raccordi con le soglie in corrispondenza dei due blocchi ascensore.

Il prodotto dovrà essere resistente alle radici secondo il metodo di prova FLL.

Il sottofondo dovrà essere asciutto e privo di ghiaccio, pulito e sgrassato, se necessario dovrà essere irruvidito e pulito con detergente tipo Derbitech flex della ditta Derbigum.

Durante l'esecuzione la temperatura superficiale dovrà essere almeno di 3 °C superiore al punto di rugiada e sempre compresa fra -5°C e +40°C; la temperatura del supporto dovrà essere compresa fra -5°C e +50°C.

Caratteristiche tecniche:

Densità 1,30 – 1,35 g / cm<sup>3</sup>

Viscosità 38 – 42 dPa \* s

Collaudo per protezione antincendio      Norma EN 13501-5

Resistenza alle radici      (prova FLL)

Resistenza al calore      250 C°

Collaudo per resistenza alla grandine      Norma (DIN EN 13583)

Reazione al fuoco EN 13501-1      Classe E

Resistenza al fuoco esterno EN 13501-5      B roof (t1, t2, t3)

Posa in opera

Dovrà essere applicata una mano di primer tipo Derbitech flex primer dell'azienda Derbigum sulle superfici da trattare e successivamente dovrà essere applicata una mano abbondante di resina tipo Derbitech flex sull'area da trattare, posata l'armatura in tessuto non tessuto sulla resina fresca assicurandosi che non rimangano bolle d'aria e che il tessuto sia completamente saturo ed in seguito dovrà essere ricoperto il tessuto con una seconda mano di resina tipo Derbitech flex.

#### Strato di scorrimento fra manto impermeabile e isolamento XPS

Fornitura e posa, prima del pannello isolante in XPS, di uno strato di scorrimento composto da foglio di polietilene macroforato, di minimo 0.30 mm di spessore. I sormonti saranno di minimo 20 cm saldati con nastro biadesivo butilico. Questo strato avrà la funzione di drenare l'acqua localizzata sotto l'isolante verso la discesa dello scarico pluviale ed impedire l'effetto "ventosa" fra il pannello termo-isolante e l'elemento di tenuta impermeabile.

#### Strato termo-isolante in pannelli di polistirene espanso estruso (XPS)

L'isolamento termico sarà realizzato per mezzo di pannelli in polistirene espanso estruso, con pelle superficiale liscia e bordi laterali a spigolo vivo o a battente. I pannelli saranno caratterizzati da resistenza a compressione pari a 300 kpa (secondo la norma UNI EN 13164), euroclasse E di resistenza al fuoco, marchiatura CE, lambda pari a 0,036 W/mK.

Dimensioni pannello cm 125x60. Spessore 80 mm.

I pannelli saranno posti in indipendenza sullo strato di scorrimento al di sopra dell'impermeabilizzazione. Saranno disposti in quinconce e saranno posti in un solo strato e ricoperti immediatamente con uno strato distaccante e da una protezione pesante (massetto in cemento armato).

#### Strato distaccante

Fornitura e posa di uno strato distaccante composto da un foglio di polietilene, di minimo 0.30 mm di spessore. I sormonti saranno di minimo 20 cm saldati con nastro biadesivo butilico.

### Lastra in EPS

Fornitura e posa di una lastra in EPS di spessore 3 cm lungo i perimetri in cui il getto avrà modo di insistere sui rilevati verticali del nuovo sistema impermeabile, per garantire l'assorbimento delle dilatazioni termiche del massetto in cls ed evitare che queste possano danneggiare i risvolti verticali del nuovo sistema impermeabile.

### Cappa cementizia armata con rete elettrosaldata

Formazione di massetto in calcestruzzo cementizio, con resistenza caratteristica pari a 100 kg/cm<sup>2</sup>, su strato di ghiaia vagliata dello spessore di cm 10 compressi. Il massetto sarà armato con rete metallica elettrosaldata in acciaio B450A e B450C lavorata e tagliata a misura, posta in opera in tondino da 4 a 12 mm di diametro.

### Blocchi di pavimentazione in cls prefabbricati

Fornitura e posa di nuovi blocchi di pavimentazione in calcestruzzo prefabbricati in sostituzione di quelli precedentemente rimossi per effettuare la nuova impermeabilizzazione. I blocchi avranno stessa forma e dimensioni di quelli esistenti (150x100 cm). Al loro interno saranno incassati i nuovi corpi illuminanti.

### Corpi illuminanti incassati

Fornitura e posa di nuovi corpi illuminanti in sostituzione di quelli esistenti rimossi. I nuovi corpi illuminanti saranno analoghi agli esistenti ovvero saranno realizzati in estruso di alluminio con schermo in policarbonato antivandalo, e saranno incassati nei blocchi di pavimentazione in cls prefabbricato.

### Binder

Fornitura e posa di calcestruzzo bituminoso per strato di collegamento (binder), conforme alle norme e prescrizioni tecniche approvate con Deliberazione della Giunta Comunale di Torino del 28/11/2000, steso in opera con vibrofinitrice a perfetta regola d'arte secondo la vigente normativa e le eventuali indicazioni della direzione lavori, compreso l'onere della compattazione con rullostatico o vibrante con effetto costipante non inferiore alle 12 tonnellate, esclusa la provvista e stesa dell'emulsione bituminosa di ancoraggio. Steso in opera con vibrofinitrice per uno spessore finito di cm 6 compressi.

### Preparazione del fondo stradale



Pulizia del fondo stradale e spalmatura di ancoraggio con emulsione bituminosa al 55% nella quantità sufficiente e comunque non minore di 500 g/mq, per garantire il perfetto ancoraggio del manto alla sottostante struttura.

Dovrà essere effettuato l'intasamento di tutti i buchi e stesa del manto in pietrischetto bitumato dello spessore compreso di mm. 30, mediante macchina distributrice-finitrice pesante, tipo Barber-Greene. Successivamente si dovrà provvedere alla cilindatura del manto con rullo medio a tandem, densità costipamento AASTHO-Mod > 95%.

#### Tappeto di usura

Stesura di tappetino bituminoso spessore 4 cm, salvo diversa prescrizione del Direttore dei Lavori. Il conglomerato per il tappetino sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi, mescolati con bitume a caldo e stesa in opera mediante macchina vibrofinitrice. Terminata la stesura dello strato di usura verrà successivamente spalmata dell'emulsione bituminosa sulla quale verrà stesa della sabbia per irrudivimento.

Caratteristiche degli aggregati e loro natura:

- gli aggregati dovranno essere di natura calcarea ed avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del fascicolo n. 4 anno 1953 del C.N.R. .

Caratteristiche del legante:

- il bitume dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per la accettazione dei bitumi" del C.N.R., fascicolo n. 2/1951" e sarà del tipo di penetrazione 60/80 oppure 80/100 salvo diverse prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Caratteristiche del conglomerato:

- elevatissima resistenza meccanica e cioè capacità a sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni statiche e dinamiche; il valore della stabilità Marshall (prova ASTM D 1559, senza paraffina), se richiesta la prova dal Direttore dei Lavori, dovrà risultare in tutti i casi di almeno 1000 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 - 6%;
- scorrimento Marshall 2 - 4 mm;
- elevata resistenza all'usura superficiale.

#### Strato drenante e di protezione

Fornitura e posa in opera a secco di una stuoia geodrenante e di protezione, composta da un'anima drenante di fibre plastiche di grossa drenatura con un alto indice dei vuoti, accoppiata su ambedue le facce con geotessile non tessuto avente la funzione di filtro, di spessore totale di 8 mm circa.

#### Strato colturale

Lo strato vegetativo per l'arredo a verde sarà costituito da tappeto erboso di graminacee in seme ottenuto con una miscela, opportunamente studiata in base alle caratteristiche della copertura a verde, per la realizzazione di un tappeto erboso; comprendente fresatura/vangatura, rastrellatura, seminagione, rinterratura del seme. Le sementi saranno distribuite a spaglio e opportunamente interrate mediante rullatura superficiale o miscelatura nel substrato colturale.

La dosatura delle quantità delle specie previste dovranno garantire che la vegetazione copra integralmente tutto il terreno in modo da ridurre al minimo la comparsa e lo sviluppo di infestanti.

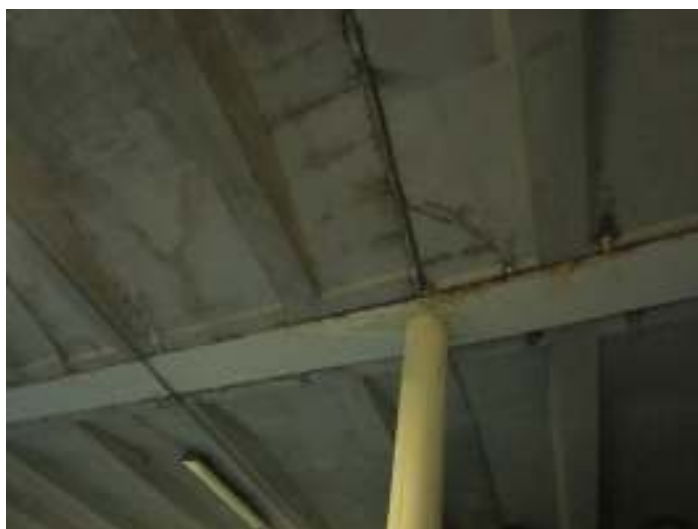


Fig. 5: Infiltrazioni in copertura

#### 6.2.2.2 Opere interne

- **Nuova pavimentazione in gomma (Intervento 13)**

Tenuto conto dell'esigenza dei fruitori dell'impianto di percorrere alcune aree con i pattini ai piedi e dato lo stato di usura della pavimentazione esistente, in corrispondenza del tunnel di collegamento con l'edificio che ospita la Pista 1, e delle zone di camminamento sul piano tribune, dopo aver provveduto alla pulizia del fondo esistente, verrà posata una nuova

pavimentazione sportiva in gomma. Dovranno essere previste le seguenti lavorazioni:

- Pulizia del fondo esistente in resina epossidica
- Posa di lamina in doppia fibra di vetro tipo Mondo - Everlay spessore 1,2 mm
- Posa di pavimentazione sportiva in gomma tipo Mondo - telo Ramflex spessore 6 mm. (formato 1,86 x 12 m)
- Posa di pavimentazione in piastrelle in gomma con rilievi a bolli 54x360 cm, tipo BS Strong della ditta Artigo Spa in corrispondenza di alzate e pedate dei gradini delle scale di collegamento con il piano pista
- Posa di pavimentazione in piastrelle in gomma con rilievi a bolli 100x100 cm, tipo Strong BS della linea Studsytem della ditta Artigo Spa in corrispondenza del pianerottolo intermedio

#### Lamina in doppia fibra di vetro

Sulla pavimentazione in resina esistente, previa pulizia della stessa, sarà posata una lamina in fibra di vetro, stabilizzante, impermeabilizzante ed isolante. La lamina presenterà resinatura sintetica ed elastomerica su entrambe le facce e sarà dotata di una serie di peduncoli in resina espansa nella parte sottostante. Verrà stesa a secco sul fondo esistente e costituirà una base continua, caratterizzata da ottima resistenza all'umidità, su cui far aderire con gli specifici collanti la nuova pavimentazione in gomma. La lamina garantirà elevata resistenza all'umidità ed un livello efficiente di assorbimento degli urti.

#### Pavimentazione sportiva in gomma

La pavimentazione sarà costituita da un pavimento sportivo calandrato e vulcanizzato a base di gomma naturale e sintetica, cariche minerali, vulcanizzanti, stabilizzanti e pigmenti coloranti.

Sarà formato da due strati di differente durezza: uno strato di usura con superficie martellata, non porosa, con effetto estetico marmorizzato, opaco, antisdrucciolevole, vulcanizzato a un sottostrato portante resiliente, a bassa densità, contenente SBR riciclato post consumo e gomma naturale, così da formare un materiale unico a spessore costante di 6 mm, per un peso complessivo di 8,00 Kg/mq, nel formato teli di altezza 186 cm e lunghezza tra i 6 e i 12m o in alternativa in piastre 91,35 x 91,35 cm. Il prodotto sarà certificato in ottemperanza al programma Greenguard relativo alle emissioni di composti organici volatili VOC, ottenendo il Greenguard Gold.

La pavimentazione dovrà essere conforme alla normativa UNI EN 1817 e alla normativa EN13501-1 (classe al fuoco Cfl-s2).

Il materiale per essere posato in modo ottimale, dovrà essere stoccato in cantiere in maniera idonea in un luogo chiuso e coperto. La posa dovrà essere fatta in ambiente con temperatura tra i 14 °C e i 25 °C ed con umidità dell'aria locale tra il 45% ed il 60%, sia di giorno che di notte.

Per una buona applicazione del pavimento al sottofondo sarà necessario utilizzare rasanti e collanti di primaria qualità.

L'accoppiamento in opera della pavimentazione in gomma tipo Mondo-Ramflex con la lamina in fibra di vetro tipo Mondo- Everlay, rende il pavimento auto posante, ne permette il suo isolamento dal sottofondo e ne facilita la sostituzione alla fine del ciclo di vita. L'impermeabilità del prodotto facilita le operazioni di manutenzione iniziale e ordinaria. Si consiglia comunque di attenersi ad un trattamento specifico da concordare con le ditte incaricate della manutenzione dell'ambiente e possibilmente utilizzare prodotti prescritti dalle case produttrici. Un buon piano di manutenzione ordinaria e straordinaria oltre a mantenere le caratteristiche tecniche, prestazionali ed estetiche del pavimento, assicura nel tempo un notevole risparmio economico. Il materiale dovrà essere prodotto in accordo con i requisiti previsti dalla norma UNI EN ISO 9001 per la progettazione, la produzione e la rintracciabilità da aziende che dimostrano la certificazione del proprio Sistema Qualità aziendale da parte di Enti riconosciuti.

#### Pavimentazione sportiva in gomma su gradini scala

Il rivestimento dei gradini sarà in gomma sintetica costituita da un unico strato omogeneo calandrato, vulcanizzato, stampato, in tinta unita, tipo BS Fullstep della linea Stairsystem della ditta Artigo Spa. Il rivestimento, composto da alzata, pedata, nasino, sarà fornito in pezzi da 54 x 360 cm o 120 cm. La superficie della pedata sarà con rilievi a bolli circolari, di diametro 28 mm ed altezza 0,5 mm, compatta, resistente all'usura e antiscivolo; l'alzata ed il nasino saranno lisci. Il rovescio sarà leggermente smerigliato per l'attacco adesivo. Il rivestimento dovrà essere elastico, flessibile e resistente alle lievi piegature. Dovrà garantire sicurezza "in uso", in caso di incendio, ed infine in fase di smaltimento: dovrà essere infatti esente da nitrosammine cancerogene, da pentaclorofenolo pcp, da pvc e da qualsiasi sostanza alogena (cloro, fluoro, bromo e iodio), cadmio, formaldeide, amianto; dovrà inoltre essere priva di ftalati e plastificanti. La pavimentazione equivalente tipo BS Classic/Strong dovrà ottemperare ai requisiti della normativa California Section 01350 sull'emissione di composti volatili organici VOC e dovrà essere certificata "non tossica" in caso di incendio secondo la norma DIN 53436, sarà infine classificata secondo il catalogo europei dei rifiuti (CER) come rifiuto speciale non pericoloso, e quindi assimilabile agli urbani secondo la norma DCI 27/7/84.

Il produttore dovrà avere il proprio sistema di gestione qualità certificato ISO 9001 ed il proprio sistema di gestione ambientale certificato ISO 14001; il prodotto sarà infine marchiato CE secondo la norma EN 14041 sui materiali da costruzione. Il pavimento dovrà essere conforme a quanto richiesto dai requisiti della norma EN 12199, ed in particolare dovrà avere le seguenti caratteristiche principali:

Impronta residua (EN 433):  $\leq 0,20$  mm

Resistenza all'abrasione (ISO 4649):  $\leq 250$  mm<sup>3</sup>

Resistenza allo scivolamento (EN 13893): classe DS ( $\mu \geq 0,30$ )

Reazione al fuoco (EN 13501-1): euroclasse Bfl – s1

Effetto bruciatura sigaretta (EN 1399):  $A \geq 4$  ;  $B \geq 3$

Carica elettrostatica da calpestio (EN 1815):  $\leq 2$  kV antistatico

Flessibilità Alzata (EN 435 met. A, su  $\varnothing 20$ mm): nessun danno della gomma

Tossicità gas (DIN 53436): non tossici

TVOC: conforme California Section 01350 (Sch.Leed)

#### Pavimentazione sportiva in gomma su pianerottolo scala

Il rivestimento del pianerottolo intermedio, della scala di collegamento con il livello della pista, sarà costituito da una pavimentazione in gomma sintetica non riciclata di spessore nominale 4 mm, costituita da un unico strato omogeneo calandrato e vulcanizzato, in tinta unita, tipo Strong BS della linea Studsystem della ditta Artigo Spa. La pavimentazione sarà fornita in piastrelle da 100 x 100 cm. La superficie del prodotto sarà con rilievi a bolli circolari, di diametro 28 mm ed altezza 0,5 mm, compatta, resistente all'usura e antiscivolo; sarà migliorata nelle prestazioni e nella pulibilità dallo speciale trattamento di reticolazione superficiale TXL. Il rovescio sarà leggermente smerigliato per l'attacco adesivo.

La pavimentazione dovrà essere elastica, flessibile e resistente alle piegature, ed avrà una densità inferiore a 1,60 g/cm<sup>3</sup>. Essa dovrà garantire sicurezza "in uso", in caso di incendio, ed infine in fase di smaltimento: dovrà essere infatti esente da nitrosammine cancerogene, pentaclorofenolo pcp, da pvc ed alogeni (cloro, fluoro, bromo e iodio), cadmio, formaldeide, amianto. In caso di incendio i gas di combustione dovranno presentare un indice di tossicità conforme a quanto richiesto dalla normativa BS 6853. Sarà infine classificato secondo il catalogo europei dei rifiuti (CER) come rifiuto speciale non pericoloso, e quindi assimilabile agli urbani secondo la norma DCI 27/7/84.

Il pavimento dovrà essere prodotto secondo i requisiti del sistema ISO 9001 e sarà marchiato CE secondo la norma EN 14041 con sistema di attestazione 1 certificato per i requisiti fondamentali. Il pavimento dovrà essere conforme a quanto richiesto dai requisiti della norma EN 12199, ed in particolare dovrà avere le seguenti caratteristiche principali:

Impronta residua (EN 433):  $\leq 0,20$  mm

Resistenza all'abrasione (ISO 4649):  $\leq 160 \text{ mm}^3$   
Resistenza allo scivolamento (EN 13893): classe DS ( $\mu \geq 0,30$ )  
Reazione al fuoco (EN 13501-1): euroclasse Bfl – s1  
Effetto bruciatura sigaretta (EN 1399):  $A \geq 4$  ;  $B \geq 3$   
Indice tossicità gas (BS 6853:1999 Ann. B.2):  $R \leq 5$   
Carica elettrostatica da calpestio (EN 1815):  $\leq 2 \text{ kV}$  antistatico  
Flessibilità (EN 435 met. A, su  $\varnothing 20\text{mm}$ ): nessun danno della gomma  
Densità (EN 430):  $\leq 1,60 \text{ g/cm}^3$



Fig. 6: Pista 2\_Pavimentazione piano tribune

- **Resinatura della pista da hockey (Intervento G)**

Tenuto conto del fatto che il trattamento epossidico della pista si presenta evidentemente ammalorato in corrispondenza della fascia centrale della pista, sarà da eseguirsi un nuovo trattamento protettivo della superficie in calcestruzzo realizzato mediante levigatura del fondo ed applicazione di doppia rasatura di primer per fondi umidi, successiva stesa di resina epossidica in due riprese, per uno spessore complessivo in opera di 800 micron circa.

L'intervento sarà limitato alla fascia centrale della pista, lungo il lato corto della stessa, per una larghezza di circa 5 metri (per un totale di 150 mq di superficie), zona che attualmente presenta evidenti disomogeneità.

La lavorazione comprenderà:

- Preparazione meccanica del supporto mediante pallinatura o abrasione con HTC levigatrice orbitale dotata di utensili diamantata;
- pulizia accurata del fondo
- stuccatura di eventuali anomalie mediante malta epossidica colorata "antiritiro" tipo Pavirapid della ditta Sivit e mediante stucco-collante epossidico tipo Sivitcol della ditta Sivit
- doppia rasatura di primer tricomponente per fondi umidi tipo Ecofondo Plus della ditta Sivit
- rasatura di primer epossidico consolidante ad alta penetrazione caricato con quarzo B0 tipo Fluidepox della ditta Sivit;
- stesura a rullo di 2 riprese con prodotto epossidico in emulsione acquosa tipo Paviwater della ditta Sivit. Spessore in opera 800 micron circa.

#### Stuccatura del fondo

Dovrà essere prevista la stuccatura di eventuali anomalie presenti sul fondo in resina epossidica esistente mediante l'utilizzo di malta colorata "antiritiro" a base di resine epossidiche, inerti, quarziferi in curva granulometrica, pigmenti, additivi ed indurente amminico.

La malta dovrà essere versata, lisciata e livellata con cazzuola americana. Il consumo del prodotto sarà di circa 5,6 kg/mq per 3 mm di spessore.

Dovrà inoltre essere utilizzato un prodotto bi-componente a base di resine epossidiche ed indurenti ammino-poliamidici. Il consumo di prodotto tipo Sviticol della ditta Sivit sarà di circa 1,15 kg/mq per 1 mm di spessore.

#### Primer per fondi umidi

Dovrà essere effettuata una doppia rasatura di fondo tricomponente a base di resine epossidiche liquide in emulsione acquosa e leganti idraulici per fondi umidi

#### Primer consolidante ad alta penetrazione

Dovrà essere effettuata una rasatura di prodotto bi componente a base di resine epossidiche usate in combinazione con indurenti amminici ciclo alifatici. Il formulato di colore trasparente sarà esente da solvente. Il formulato favorirà l'adesione del rivestimento in resina epossidica. Potrà essere applicato a rasare con cazzuola o racla, caricato con Quarzo B0.



### Resina epossidica

Dovrà essere effettuata la stesura a rullo in 2 riprese di finitura colorata a due componenti a base di resine epossidiche ed amminiche in dispersione acquosa, ad alto contenuto di solidi. Il prodotto dovrà garantire ottima resistenza all'usura, facile punibilità della superficie, buona resistenza all'acqua, alle soluzioni alcaline, a detersivi e ad idrocarburi, sia alto bollenti che basso bollenti.



Fig.7: Pista 2\_Fascia centrale pista

### 6.2.3 Opere aree esterne

- **Trattamento delle parti deteriorate delle murature esterne (Intervento 12)**

#### Pulizia e rimozione graffiti

Tenuto conto della presenza di numerosi graffiti sia sulle superfici di facciata del Palaghiaccio in mattoni facciavista su C.so Tazzoli che di quelle in cemento armato dei due blocchi ascensore emergenti dalla copertura sulla pista 2, si prevede la loro rimozione tramite prodotto adatto all'utilizzo su tutti i materiali lapidei naturali ed artificiali, tipo Docchem Remograffidoc F4.

Il prodotto, a base di solventi, sostanze alcaline e tensioattivi anionici non ionici biodegradabili



oltre il 90%, avrà peso specifico pari a 0,990 Kg/lt  $\pm$  0,005 kg.

Le superfici in mattoni faccia vista così trattate saranno oggetto di successiva detersione mediante prodotto tipo Lapidoc New della ditta Docchem, applicato a pennello, formulato con acidi inibiti e profumi, che non interagisca con il supporto lapideo, ma che consenta di eliminare qualsiasi patina nera e microbiologica. Dopo l'intervento il supporto si dovrà presentare perfettamente pulito e senza corrosione alcuna. Il prodotto sarà biodegradabile oltre il 90% e non tossico.

Le superfici di parete in cemento armato tinteggiato saranno trattate con prodotto protettivo antigraffiti tipo Colordoc Plus Antigraffiti della ditta Docchem, a base di resina fluorurata in emulsione acquosa, da colorare a cartelle RAL o NCS. Il prodotto sarà caratterizzato dalle seguenti proprietà: azione antigraffiti con elevata resistenza chimica agli agenti atmosferici, elevata resistenza alle radiazioni luminose, ultraviolette ed al calore, elevata permanenza nel tempo dell'effetto protettivo, permeabilità all'aria ed al vapore acqueo, idro-repellenza, antimacchia e di facile pulibilità.

Le superfici così trattate saranno poi tinteggiate con idropittura acrilica coprente opaca per cemento armato a vista.

#### Ripristino tratti in mattoni paramano e sigillature

Dovrà essere effettuato il consolidamento di alcuni tratti in mattoni faccia vista estrusi (dim. 12x25x5 cm) in corrispondenza del bordo superiore del rivestimento del muro perimetrale di contenimento del terreno, dell'edificio ospitante la pista da Hockey, sul lato Sud Ovest (lungo Corso Tazzoli).

Il consolidamento verrà eseguito tramite malta cementizia e calce idraulica, e sarà effettuata la stuccatura e stilatura dei giunti, con medesimo spessore e finitura dell'esistente. Sarà compresa la pulizia delle superfici a vista dai residui di malta, eventualmente anche utilizzando soluzioni di acqua e acido cloridrico, se giudicato necessario dalla D.L.

Dovrà inoltre essere effettuato il ripristino delle sigillature, tramite sigillante elastico, dei giunti tra le pannellature in mattoni faccia vista, che rivestono il muro perimetrale di contenimento del terreno dell'edificio ospitante la Pista da Hockey 2, lungo Corso Tazzoli.

In corrispondenza di tali giunti dovrà essere prevista la fornitura e posa di profili coprigiunto di facciata in alluminio anodizzato, ancorati alla parete.



Fig.8: Pista 2\_Parapetto in mattoni facciavista

#### **6.2.4 Nuove piste curling**

All'interno dell'ex Sala Stampa, presente in corrispondenza della balconata al primo piano dell'edificio Pista 1, si prevede la realizzazione di due nuove piste da curling per allenamento. Si rendono pertanto necessari diversi interventi edili di adeguamento del locale alla nuova funzione.

Dovranno essere previste le seguenti lavorazioni:

- Sgombero del locale dagli elementi di arredo esistenti;
- Rimozione del controsoffitto presente all'interno del locale ex Sala Stampa;
- Rimozione delle porte interne esistenti (come indicato negli elaborati grafici di progetto);
- Demolizione del controsoffitto presente all'interno dei bagni esistenti;
- Demolizione completa di tutti i pavimenti, rivestimenti e apparecchi igienico-sanitari, in corrispondenza dei bagni esistenti;

- Demolizione di alcune tramezzature esistenti come indicato negli elaborati grafici di progetto;
- Rinforzo strutturale di travi di solaio e pilastri, come indicato negli elaborati di progetto strutturali;
- Ripristino, regolarizzazione e successiva rasatura delle superfici in calcestruzzo di pilastri, travi e porzioni di solaio interessate dagli interventi di rinforzo strutturale;
- Realizzazione nuove tramezze divisorie, tra i nuovi locali spogliatoio e servizi igienici, ad orditura metallica e rivestimento in lastre di gesso rivestito dell'azienda Knauf o similari, con potere fonoisolante  $R_w = 55 \text{ dB (1)}$ , dello spessore totale di 125 mm.
- Realizzazione nuovo controsoffitto realizzato con lastre in gesso rivestito tipo Idrolastra dell'azienda Knauf, su orditura metallica, all'interno dei nuovi locali spogliatoio e servizi igienici;
- Esecuzione di opere murarie per il passaggio delle nuove canalizzazioni di mandata e ripresa aria a servizio dell'impianto di climatizzazione;
- Fornitura e posa di barriera al vapore su soletta esistente;
- Realizzazione di massetto sp. 3 cm di contenimento e protezione dei cavi riscaldanti che verranno posati al di sopra della soletta esistente;
- Coibentazione termica della soletta esistente tramite posa di strato di isolamento termico XPS sp. 12 cm nelle zone in cui verrà realizzata la nuova pavimentazione sopraelevata;
- Realizzazione di stratigrafia per piste da curling e zona stoccaggio degli stones all'interno di vasche di contenimento in vetroresina;
- Fornitura e posa in opera di profilo angolare in carpenteria metallica (dimensioni 300x80x6mm) da installare lungo tutto il perimetro della vasca in vetroresina per evitare deformazioni eccessive del manufatto durante il getto di cls. Prevede fissaggio meccanico del profilo al solaio esistente mediante tasselli M10 interasse 50cm disposti a quinconce. Tra il profilo metallico ed il getto in calcestruzzo dovrà essere previsto apposito giunto per l'assorbimento delle dilatazioni termiche.
- Fornitura e posa di balaustra in alluminio e vetro composta da profilo in alluminio grezzo lega 6060 T66, dimensioni da mm 95x130 circa, da fissare esternamente allo spessore del solaio con l'utilizzo di staffe angolari, e vetri temperati ed accoppiati con plastici rigidi 12/12/1,52 con PVB o similari;
- Fornitura e posa di pellicola adesiva schermante in corrispondenza della vetrata, a chiusura del nuovo pacchetto di solaio;

- Fornitura e posa pavimento sopraelevato con struttura portante composta da colonne, pannello modulare tipo Monotec Massetto Sopraelevato della ditta Apptec, dimensione 600x600 mm nominale, nelle zone perimetrali alle piste e zona spettatori;
- Realizzazione di rampe di accesso per disabili;
- Fornitura e posa pavimentazione con finitura in gomma in rotoli formato 1,90x10 m, tipo ND-UNI della linea Plansystem della ditta Artigo spa sp. 3 mm su doppia lamina in fibra di vetro resinata tipo Everlay sp. 1,2 mm previa pulizia del fondo esistente (trattato con resina epossidica) in corrispondenza di zone di accesso, bagni e spogliatoi;
- Fornitura e posa rivestimenti di parete in gres all'interno dei servizi igienici;
- Allestimento dei bagni con sanitari ed attrezzature per disabili;
- Fornitura e posa di nuove porte interne in alluminio;
- Tinteggiatura di tutte le superfici di parete interne.

#### 6.2.4.1 Opere di rimozione e demolizione

##### ▪ **Rimozione controsoffitto**

Si prevede la rimozione del controsoffitto interno al locale ex Sala stampa, per permettere l'installazione dei nuovi canali impiantistici per la climatizzazione ed il ricambio d'aria.

##### ▪ **Demolizione tramezze**

Per inserire le piste da curling di lunghezza regolamentare, si prevede la demolizione di alcune tramezze in blocchi di calcestruzzo, che delimitano locali accessori quali ripostigli e vani tecnici.

I bagni esistenti dovranno essere adeguati alle nuove funzioni del locale, in particolare saranno predisposti due ambienti con funzione di spogliatoi e bagni, attestati sulle estremità delle piste di gioco, fruibili ed accessibili ai disabili. A tal proposito gli accessi a tali locali verranno spostati e verranno demolite le tramezze interne esistenti in blocchi di calcestruzzo, nonché saranno realizzate nuove pareti divisorie con struttura metallica e rivestimento in lastre di gesso rivestito.

A demolizione eseguita gli spigoli e le superfici delle parti circostanti danneggiate e che rimarranno a vista dovranno essere perfettamente ripristinati con il completo distacco del materiale sollevato ed inconsistente, e la successiva rasatura con malta cementizia previa spalmatura di resina epossidica per l'aggrappaggio.

Tutte le opere di demolizione, anche parziali, dovranno essere realizzate con cura di non provocare rovine o lesioni nelle strutture adiacenti; nel caso ciò si verificasse o lo stato delle stesse ne facesse prevedere la formazione bisognerà provvedere alla realizzazione di opere provvisoriale e al definitivo ripristino delle parti.

Qualora effettuando demolizioni di pareti queste eccedano lo spazio minimo previsto, le parti eccedenti dovranno essere ricostruite con mattoni pieni dello spessore originario.

La rimozione delle macerie dovrà essere effettuata con tutte le cautele necessarie, al fine di non provocare rovine o lesione a parti o cose esistenti.

Il trasporto e abbassamento delle macerie dovrà essere effettuato con tutti gli accorgimenti necessari affinché polveri e rumore non creino disagio nelle aree circostanti i lavori.

#### 6.2.4.2 Interventi di ripristino a seguito dei rinforzi strutturali

A seguito degli interventi di rinforzo strutturale, l'Appaltatore dovrà farsi carico del ripristino e la regolarizzazione, nonché successiva rasatura, delle superfici in calcestruzzo di pilastri, travi e porzioni di solaio interessate da tali interventi.

La superficie finale dovrà presentarsi perfettamente liscia, complanare alle superfici limitrofe ed atta a ricevere la successiva finitura superficiale.

#### 6.2.4.3 Tramezzi e rivestimenti di parete in cartongesso

Si rende necessario adeguare alle nuove funzioni del locale i blocchi servizi esistenti. In particolare saranno predisposti due locali con funzione di spogliatoi e bagni attestati sulle estremità delle piste di gioco, fruibili ed accessibili ai disabili.

##### ▪ **Nuovi tramezzi divisori interni (M01)**

Fornitura e posa in opera di pareti divisorie interna ad orditura metallica e rivestimento in lastre di gesso rivestito dell'azienda Knauf o similari, con potere fonoisolante  $R_w = 55 \text{ dB}$  (1), dello spessore totale di 125 mm.

##### Struttura portante

L'orditura metallica verrà realizzata con profili dell'azienda Knauf in acciaio zincato aventi un carico di snervamento pari a 300 N/mm<sup>2</sup>, conformi alla norma europea UNI EN 10346, con rivestimento di zinco di prima scelta e qualità Zn 99%, spessore acciaio 0,6 mm delle dimensioni di:

- guide U40/75/40 mm
- montanti C50/75/50 mm, posti ad interasse non superiore a 600 mm

isolata dalle strutture perimetrali con nastro monoadesivo tipo della azienda Knauf con funzione di taglio acustico, dello spessore di 3,5 mm.

I profili dovranno essere conformi alla norma armonizzata EN 14195 riguardante "Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito" con attestato di conformità CE, in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema di qualità UNI-EN-ISO 9001-2000, con produzione certificata da ICMQ.

Il dimensionamento della struttura delle pareti, come per tutti gli elementi non portanti, è demandato all'Appaltatore che opererà in conformità a quanto previsto dal DM 14/01/2008 e dal punto 7.2.3 delle NTC 2008 - Criteri di progettazione di elementi strutturali "secondari" ed elementi non strutturali. I profili strutturali saranno dimensionati dall'Appaltatore, tenendo conto delle resistenze dei materiali e delle sezioni composte (profili+lastre), i cui valori caratteristici saranno desunti dalle schede del produttore ovvero da prove sperimentali. A questi valori di calcolo dovranno essere applicati i coefficienti di sicurezza previsti dalla normativa vigente.

Ogni soluzione tecnica deve, comunque, essere sottoposta alla preventiva approvazione della DLS.

#### Isolamento acustico

Nell'intercapedine verrà inserito un pannello di lana tipo EkoVetro dell'azienda Knauf, conforme alla norma UNI EN 13162,  $\lambda$  0,037 W/mK, dello spessore di 80 mm, in euroclasse A1 di reazione al fuoco, prodotta, grazie all'esclusiva tecnologia Knauf ECOSE, con resina priva di formaldeide, di origine vegetale, completamente riciclabile o in alternativa lana vetro tipo MW 35 Ecose dell'azienda Knauf sp. 70 densità indicativa di 18 kg/m<sup>3</sup>.

#### Rivestimento in cartongesso

Il primo strato di rivestimento, quello interno, a contatto con l'orditura, sarà eseguito con lastre in gesso rivestito tipo Knauf GKB spessore 12,5 mm, marcate CE a norma UNI EN 520 e conformi alla DIN 18180, collaudate dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim, in classe di reazione al fuoco A2-s1,d0 (non infiammabile), avvitate all'orditura metallica con specifiche viti Knauf poste ad interasse 750 mm.

Il secondo strato, a vista, sarà realizzato con lastre in gesso rivestito tipo Idrolastra dell'azienda Knauf GKI(H13), lastra con una buona resistenza all'umidità, con marchio CE a norma EN520 - DIN 18180, collaudate dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim, dello spessore di 12,5 mm, in classe A2,s1-d0 di reazione al fuoco, avvitate all'orditura metallica con specifiche viti Knauf autoperforanti fosfatate. Le lastre a vista saranno avvitate all'orditura con viti poste ad interasse non superiore a 250 mm.

La fornitura in opera sarà comprensiva della stuccatura dei giunti (con stucco tipo Uniflott Idro, nel caso di ambienti umidi), degli angoli e delle teste delle viti (Livello di finitura Q2).

Il rivestimento ceramico sarà applicato direttamente sulle lastre dopo la posa di idoneo Primer tipo Tiefengrund della ditta Knauf.

Le modalità per la messa in opera saranno conformi alle norme UNI 11424:2011 e alle prescrizioni del produttore.

#### Sostegno carichi rilevanti

L'Appaltatore è chiamato a farsi carico di tutte le situazioni ove carichi rilevanti vengano a gravare sui paramenti in cartongesso, impiegando i particolari pezzi speciali messi in catalogo dai produttori di cartongesso, oppure trovare delle soluzioni alternative che siano supportate da calcolo statico redatto da professionista abilitato.

#### ▪ **Intonaco a secco su muratura in blocchi di cls (M02)**

Il tamponamento delle aperture esistenti e l'inserimento della nuova porta scorrevole (identificata sugli elaborati grafici come Pi4) in corrispondenza della parete M02 esistente, dovrà essere completato mediante fornitura e posa in opera di intonaco a secco per interni realizzato con lastre in gesso rivestito, tipo Idrolastra della ditta Knauf GKI(H13), lastra con buona resistenza all'umidità, con marchio CE a norma EN520 - DIN 18180, tipo Knauf GKB (A), collaudata dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim, con certificazione di qualità ISO 9001, dello spessore di 12,5 mm, in classe di reazione al fuoco A2s1d0 (non infiammabile), applicato alle pareti esistenti con gesso adesivo tipo Knauf Perlfix, comprensiva di parasigoli in acciaio zincato a tutta altezza e stucco di finitura per i giunti e gli angoli in modo da ottenere una superficie finita pronta per la pittura.

Le modalità per la messa in opera dovranno essere conformi alle norme UNI 11424 e alle prescrizioni del produttore.



#### 6.2.4.4 Sottofondi

Formazione di massetto in sabbia e cemento, spessore 30 mm, composto da:

- cemento: Portland 325;
- inerte: diametro massimo pari ad 1/3 dello spessore - limite max 8 mm
- acqua:
- additivo: lattice di gomma sintetica per impasti cementizi.

I dosaggi dovranno essere indicati dal produttore dell'additivo.

Il massetto verrà eseguito a protezione dei cavi scaldanti posati sull'estradosso del solaio esistente. Non dovrà presentare lesioni di sorta e la parte superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente lisciata. Per permettere dilatazioni e/o ritiri: dovranno essere eseguiti giunti elastici, scuretti, quadronature, etc. in modo da prevenire inconvenienti estetici e funzionali.

Nel prezzo relativo sono compresi gli oneri per l'esecuzione delle opere provvisorie necessarie per la lavorazione, gli oneri per l'approvvigionamento al piano dei materiali, lo sgombero e la pulizia delle aree dai materiali risulta, il loro allontanamento, nonché i diritti di smaltimento.

#### 6.2.4.5 Opere di coibentazione della soletta

##### ▪ **Barriera al vapore**

Lo strato separatore avente funzione di barriera al vapore dovrà essere posizionato sulla soletta esistente e sarà costituito da guaina in polietilene dello spessore di 0,2 mm, che dovrà essere posata con giunzioni nastrate.

##### ▪ **Strato di isolamento termico della soletta**

Per la coibentazione termica della soletta, in corrispondenza delle zone perimetrali alle due nuove piste da curling, laddove verrà realizzato il pavimento sopraelevato in gomma, si dovrà provvedere alla fornitura e posa di doppio strato di pannelli per l'isolamento termico, costituiti da polistirene estruso, con bordi attentati, dello spessore di 60 mm con resistenza a compressione con schiacciamento del 10% maggiore a 500 kPa, densità 30-35 kg/mq, posati con giunzioni sfalsate (per limitare maggiormente le dispersioni) per un totale di 120 mm.

I pannelli avranno di massima le seguenti caratteristiche:

- conduttività termica:  $\lambda = 0,034 \text{ W/m } ^\circ\text{K}$ ;



- dimensioni della lastra: minimo 60x120;
- permeabilità al vapore: 70μ;
- spessore: totale cm 12 (6+6 sfalsati);
- reazione al fuoco: Euroclasse E (EN 13501-1)

I pannelli dovranno essere posati anche in corrispondenza del lato esterno delle sponde verticali in vetroresina delle vasche di contenimento delle due piste da curling e dello spazio di stoccaggio delle stones.

#### 6.2.4.6 Stratigrafia per piste da curling e zona stoccaggio stones

Al di sopra del nuovo massetto, dovranno essere collocate due vasche in vetroresina di contenimento della stratigrafia per la realizzazione delle piste da curling ed analogamente la vasca di contenimento per la zona refrigerata di stoccaggio degli stones.

Dovranno essere previste le seguenti lavorazioni:

- Fornitura e posa di n. 2 vasche di contenimento in vetroresina di dimensioni 44,62 x 4,54 m, in corrispondenza delle aree in cui verranno realizzate le due nuove piste da curling;
- Fornitura e posa di vasca di contenimento in vetroresina in corrispondenza dell'area che verrà adibita a deposito degli stones;

Per la realizzazione della stratigrafia all'interno delle vasche in vetroresina dovranno essere previste:

- Fornitura e posa in opera di strato di compensazione e regolarizzazione realizzato in tessuto non tessuto agugliato 100% di polipropilene 300 g/mq;
- Fornitura e posa di manto impermeabilizzante sintetico in PVC-P, armato con velo di vetro;
- Strato di protezione realizzato in tessuto non tessuto agugliato 100% di polipropilene del peso di 400 g/m2;
- Fornitura e posa di strato di separazione e anti-imbibizione in polietilene a bassa densità LDPE di colore trasparente, sp. 0,1 mm, micro-forato;
- Fornitura e posa di doppio strato di pannelli per l'isolamento termico, costituiti da polistirene estruso, con bordi attentati, dello spessore di 60 mm con resistenza a compressione con schiacciamento del 10% maggiore a 500 kPa;
- Fornitura e posa in opera di strato di compensazione e regolarizzazione realizzato in tessuto non tessuto agugliato 100% di polipropilene 300 g/mq;
- Fornitura e posa di manto impermeabilizzante sintetico in PVC-P, armato con velo di vetro;

- Strato di protezione realizzato in tessuto non tessuto agugliato 100% di polipropilene del peso di 400 g/m<sup>2</sup>;
- Fornitura e posa di strato di separazione e anti-imbibizione in polietilene a bassa densità LDPE di colore trasparente, sp. 0,1 mm, micro-forato;
- Esecuzione primo getto di contenimento delle tubazioni in calcestruzzo;
- Fornitura e posa di Rete elettrosaldata;
- Installazione di serpentine di raffreddamento;
- Fornitura e posa di rete elettrosaldata;
- Esecuzione secondo getto di contenimento delle tubazioni in calcestruzzo;
- Resinatura del piano pista.
- 

#### ▪ Vasche in vetroresina PRFV

Realizzazione di vasche di contenimento in vetroresina PRFV, di dimensioni:

- n.2 vasche dim. 44,65 m x 4,54 m per il contenimento delle n.2 piste da curling;
- n.1 vasca dim. 6,28 m x 1,80 m per la formazione dell'area refrigerata di stoccaggio degli stones.

Ciascuna vasca sarà dotata di sponde laterali di altezza 32,5 cm.

Le vasche verranno realizzate tramite la fornitura e posa di pannelli a misura realizzati in officina e successivamente uniti in opera mediante saldatura con lo stesso materiale.

Secondo la procedura descritta di seguito si otterrà una vasca in PRFV collocata ed appoggiata sopra al massello in cemento, atta a reggere la spinta orizzontale di eventuale scioglimento del ghiaccio.

La lavorazione prevederà le seguenti fasi:

- Esecuzione in officina di pannellature in PRFV aventi le seguenti caratteristiche:
  - n. 23 pannelli aventi dimensioni 2000 x 4540 mm circa, spessore 5 mm circa per il rivestimento del fondo vasca. I pannelli avranno il lato lunghezza 4540mm adeguatamente ridotto di spessore per permettere la successiva saldatura e ripristino della planarità;
  - n. 20 pannelli 5000 x 325mm, spessore 5 mm per il rivestimento/contenimento laterale della stratigrafia. I pannelli avranno il lato lunghezza 325mm adeguatamente ridotto di spessore per permettere la successiva saldatura e ripristino della planarità.
  - Costruzione dei pannelli:
    - "Liner" interno, consistente in un primo strato molto ricco di resina.

Il Liner sarà costituito da due strati: a contatto con la soletta dovrà essere rinforzato con vetro "C" da 33g/m<sup>2</sup> con un rapporto resina/vetro del 70% in peso; all'esterno, a contatto con la stratigrafia, sarà rinforzato con "mat" di vetro "E" da 375-450g/m<sup>2</sup>, con un contenuto di resina del 70% circa in peso;

- "Strato meccanico resistente", in cui le fibre di vetro "E", sotto forma di filamenti continui (rovings) impregnati di resina, saranno depositate sul liner interno. La resina utilizzata sarà del tipo Isoftalica.
- "Top coat" o strato esterno, costituito da resina pura, rinforzato con un vetro "C" da 33 g/m<sup>2</sup>, la cui funzione è quella di garantire la completa impregnazione delle fibre di vetro periferiche, così da avere una superficie esterna del pannello priva di fibre affioranti e di aumentare la resistenza della parete dall'aggressione chimica da parte di agenti esterni quali acqua percolante attraverso la stratigrafia.

Lo spessore del top-coat sarà di circa 0,35 mm.

Metodo di stampaggio: HLU (Hand Lay Up) stratificazione manuale che assicura un altissimo tenore % di fibra di vetro ed uno stratificato ad alte caratteristiche meccaniche.

Materiali:

- Materiale per lo spessore meccanico: resina Ortoftalica
  - Materiale per il "liner" chimico resistente: resina Isoftalica
- Montaggio delle lastre piane e verticali:
    - Le lastre piane verranno posizionate sul massello e saldate tra loro mediante stratificazione di: N°02 mat di fibra di vetro 600 g/m<sup>2</sup> impregnata con resina Isoftalica; ultimo strato in "C" glass minerale e resina isoftalica;
    - Le lastre verticali verranno posizionate in appoggio ad angolari metallici alle quale verranno bloccate con elementi meccanici di tenuta (rivetti) su fori già eseguiti sull'angolare;
    - Le teste degli elementi meccanici di tenuta saranno successivamente rivestite in PRFV;
    - Le estremità dei pannelli dovranno essere, dopo l'operazione di rivettatura, saldate con lo stesso sistema dei pannelli in piano.

- Esecuzione delle saldature d'angolo tra parti piane e verticali
  - Dopo aver realizzato una parte curva di collegamento tra settori piani e settori verticali (raggio min. 30mm) si procederà con l'esecuzione delle saldature d'angolo con le stesse modalità descritte sopra per le saldature in piano e verticali.

Il perimetro delle vasche sarà irrigidito da elementi angolari metallici, fissati alla soletta sottostante. Prevedere la fornitura e posa in opera di profilo angolare in carpenteria metallica (dimensioni 300x80x6mm) da installare lungo tutto il perimetro della vasca in vetroresina per evitare deformazioni eccessive del manufatto durante il getto di cls. Prevede fissaggio meccanico del profilo al solaio esistente mediante tasselli M10 interasse 50cm disposti a quinconce.

Tra il profilo metallico ed il getto in calcestruzzo dovrà essere previsto apposito giunto per l'assorbimento delle dilatazioni termiche.

#### ▪ **Strato di separazione**

Fornitura e posa in opera di strato di compensazione e regolarizzazione realizzato in tessuto non tessuto agugliato 100% di polipropilene del peso di 300 g/m<sup>2</sup> sp. 1,7 mm, tipo Polydren 300 PP dell'azienda Polyglass S.p.a., avente le seguenti caratteristiche:

- Resistenza a trazione media a norma EN ISO 10319: 9,5 (-13%) kN/m
- Allungamento a carico massimo medio a norma EN ISO 10319: > 50%
- Resistenza al punzonamento statico CBR a norma EN ISO 12236: 1,25 (-10%) kN
- Massa areica a norma EN ISO 9864: 400 (-10%) g/m<sup>2</sup>
- Capacità di flusso perpendicolare al piano a norma EN ISO 11058: 34 (-30%) l/m<sup>2</sup>s

La posa verrà eseguita a secco con sovrapposizione dei teli di 10 cm circa.

#### ▪ **Manto impermeabilizzante**

Fornitura e posa di manto impermeabile sintetico realizzato in PVC-P, armato con velo di vetro ad alta stabilità dimensionale, tipo Mapeplan B20 dell'azienda Polyglass S.p.a., resistente ai raggi UV ed alle intemperie. Il manto, prodotto mediante processo di "multi-extrusion coating" che consente l'inserimento dell'armatura interna in un unico passaggio senza prelamazioni, dovrà avere certificazione di prodotto e marchiatura CE in conformità alla norma EN 13956.

Caratteristiche tecniche:

- Spessore effettivo 2,0 mm (-5/+10%) a norma EN 1849-2.
- Difetti visibili secondo EN 1850-2: Nessuno
- Rettilinearità secondo EN 1848-2: ≤ 30 mm
- Planarità secondo EN 1848-2: ≤ 10 mm

- Massa areica secondo EN 1849-2: 2,5 kg/m<sup>2</sup> (-5/+10%)
- Impermeabilità all'acqua secondo EN 1928 metodo B: impermeabile
- Reazione al fuoco secondo EN 13501-1: Euroclasse E
- Resistenza al peeling della saldatura secondo EN 12316-2:  $\geq 300$  N/50mm
- Resistenza al taglio della saldatura secondo EN 12317-2:  $\geq 500$  N/50mm
- Resistenza alla diffusione del vapore secondo EN 1931:  $\mu 19.000$
- Resistenza alla trazione secondo EN 12311-2:  $\geq 9$  N/mm<sup>2</sup>
- Allungamento a rottura secondo EN 12311-2:  $\geq 200$  %
- Resistenza all'urto secondo EN 12691: supporto rigido  $\geq 700$  mm
- Resistenza all'urto secondo EN 12691: supporto morbido  $\geq 1750$  mm
- Resistenza al punzonamento statico secondo EN 12730-B:  $\geq 30$  kg
- Resistenza alla lacerazione secondo EN 12310-2:  $\geq 100$  N
- Stabilità dimensionale secondo EN 1107-2:  $\leq 0,2$  %
- Piegatura a bassa temperatura secondo EN 495-5:  $\leq -25$  °C
- Resistenza ai raggi UV secondo EN 1297 (5000 h): grado 0 - passa
- Resistenza alla penetrazione delle radici secondo EN 13948 e secondo FLL: conforme
- Produzione certificata secondo sistema ISO 9001 e ISO 14001.

Il manto avrà formulazione specifica per applicazioni in stratigrafie coperte soggette all'azione dei microorganismi, batteri e delle radici.

La posa verrà eseguita a secco, con sovrapposizione dei teli di 8 cm circa.

Termo-saldatura dei sormonti mediante aria calda con metodologie manuali ed automatiche, previa pulizia con specifico pulitore Mapeplan Cleaner. Le termo-saldature manuali saranno realizzate mediante puntatura, presaldatura interna, saldatura finale esterna a tenuta.

#### ▪ **Strato di protezione**

Fornitura e posa di strato di protezione realizzato in tessuto non tessuto agugliato 100% di polipropilene del peso di 400 g/m<sup>2</sup>, tipo POLYDREN 400 PP dell'azienda Polyglass S.p.a, avente le seguenti caratteristiche:

- Resistenza a trazione media a norma EN ISO 10319: 9,5 (-13%) kN/m;
- Allungamento a carico massimo medio a norma EN ISO 10319:  $> 50$  % ;
- Resistenza al punzonamento statico CBR a norma EN ISO 12236: 1,25 (-10%) kN.

#### ▪ **Strato di separazione e anti-imbibizione**

Fornitura e posa di strato di separazione e anti-imbibizione in polietilene a bassa densità LDPE di colore trasparente, sp. 0,1 mm, tipo Mapeplan PE micro-forato della ditta Polyglass S.p.a., avente micro-foratura a freddo della superficie, che lo renderà permeabile al vapore.

La stratigrafia relativa all'impermeabilizzazione delle vasche di contenimento in vetroresina dovrà essere posata sia in sul piano orizzontale che sui risvolti verticali, così come indicato negli elaborati grafici di progetto.

#### ▪ **Strato di isolamento termico**

In corrispondenza del piano orizzontale interno alle vasche in vetroresina, si dovrà provvedere alla fornitura e posa di doppio strato di pannelli per l'isolamento termico, costituiti da polistirene estruso, con bordi attentati, dello spessore di 60 mm con resistenza a compressione con schiacciamento del 10% maggiore a 500 kPa, densità 30-35 kg/mq, posati con giunzioni sfalsate (per limitare maggiormente le dispersioni) per un totale di 120 mm.

I pannelli avranno di massima le seguenti caratteristiche:

- conduttività termica:  $\lambda = 0,034 \text{ W/m } ^\circ\text{K}$ ;
- dimensioni della lastra: minimo 60x120;
- permeabilità al vapore: 70 $\mu$ ;
- spessore: totale cm 12 (6+6 sfalsati);
- reazione al fuoco: Euroclasse E (EN 13501-1)

#### Lastra in EPS

Fornitura e posa di una lastra in EPS comprimibile, di spessore 4 cm, lungo i perimetri interni delle vasche in vetroresina, in cui il getto avrà modo di insistere sui rilevati verticali, per garantire l'assorbimento delle dilatazioni termiche della piastra in calcestruzzo.

#### ▪ **Piastra in calcestruzzo**

Realizzazione di piastra monolitica in calcestruzzo particolarmente additivato, atto per l'uso di pista refrigerata artificialmente, di spessore 14 cm. La lavorazione dovrà essere comprensiva di

fornitura e posa di cls Rck 35 S5, fornitura e posa di fibre sintetiche ed additivi espansivo e stagionante tirato in piano.

All'interno del getto in calcestruzzo dovranno essere annegate le serpentine ove circolerà il fluido refrigerante (acqua glicolata) la cui temperatura può scendere a  $-15^{\circ}\text{C}$ .

Gli sforzi più importanti indotti nel calcestruzzo saranno quelli derivanti dalle differenze di temperatura, che potrà variare dai  $+30^{\circ}\text{C}$  a  $-15^{\circ}\text{C}$ ; per resistere a tali sollecitazioni all'interno del getto sarà presente una doppia armatura: inferiore (diam. 8 mm, maglia 20x20 cm) e superiore (diam. 8 mm, maglia 15x6,5 cm). Gli strati sottostanti la piastra saranno liberi da acqua (anche proveniente da condensazioni o precedenti infiltrazioni) e ciò per evitare che il congelamento dell'acqua presente, con il suo seguente aumento di volume, causi pericolosissimi rigonfiamenti degli strati inferiori e provochi sollevamenti, fessurazioni e rotture della piastra.

Le differenze di temperatura che si verificano nella piastra originano dilatazioni e movimenti che devono essere consentiti e facilitati sia a mezzo di una superficie di appoggio liscia, planare e scorrevole, su cui sono previsti gli strati di scorrimento, sia a mezzo di opportuni spazi di dilatazione sui quattro lati, in corrispondenza della canaletta.

Il getto in calcestruzzo armato dovrà essere realizzato ottenendo una superficie piana e ben lisciata, tale da consentire che lo spessore dello strato di ghiaccio risulti costante in tutti i suoi punti.

La dilatazione massima da mettere a calcolo su ogni lato è di 3 cm.

Le serpentine dovranno essere pertanto posate a quota costante ed i loro estradossi dovranno essere ovunque equidistanti dalla superficie finale del getto.

Per garantire la costanza della quota, le serpentine dovranno essere posate su appositi supporti metallici che non dovranno sezionare eccessivamente il getto in calcestruzzo, o essere ancorate alla rete elettrosaldata superiore.

La posa ed il livellamento di tali supporti sono compresi tra gli oneri per la formazione della piastra.

L'impasto di calcestruzzo sarà composto, con additivi quali aerante, plastificante, ritardante ed antiritiro, nella misura indicata dalla Ditta produttrice prescelta in modo da garantire la perfetta uniformità del getto e l'assenza di crepe superficiali.

Il getto andrà eseguito senza soluzione di continuità e dovrà essere compattato in due tempi di cui il primo interessante tutta la massa ed il secondo ad effetto superficiale, mediante una staggia

vibrante scorrente su 2 regoli in ferro quadro (da togliere prima della lisciatura superficiale); in alternativa può essere usato il sistema "autocompattante".

Il getto andrà protetto con additivo aerante superficiale, per rallentare e renderlo più uniforme e compatto in profondità, evitando la formazione di una crosta superficiale (soggetta a distacchi);

La compattazione dovrà essere eseguita in modo da evitare un eccessivo richiamo di acqua verso la superficie per escludere fenomeni di cavillatura superficiale. La superficie stessa andrà comunque trattata con spolvero di quarzo e prodotti indurenti per una quantità di almeno 4 kg/m<sup>2</sup>.

La finitura superficiale verrà eseguita con apposite macchine a pale rotanti. Il getto dovrà essere eseguito in stagione intermedia, nella quale non vi sia pericolo né di gelate improvvise né di temperature troppo elevate; la temperatura ideale è di circa 15/18°C con elevata umidità atmosferica.

Nel getto saranno preventivamente incorporati tutti i tasselli ed i prigionieri necessari sia per i fini tecnici (sonde) che per attrezzature sportive. La tolleranza di planarità massima sarà di +/- 4 mm tra un punto e l'altro dell'intera piastra.

Al termine del getto particolare cura dovrà essere dedicata alla maturazione protetta del calcestruzzo che dovrà rispettare le prescrizioni della norma UNI 20601.

La costante umidificazione necessaria verrà garantita con la posa su tutta la superficie di un manto di TNT mantenuto costantemente bagnato per il necessario periodo di maturazione del calcestruzzo, possibilmente pari a 28 giorni. In alternativa potrà essere utilizzato uno specifico antievaporante, sotto forma di emulsione liquida pronta all'uso, a base di particolari resine, rispondente alla norma UNI 8656 tipo 1, in ragione di 180, 200 g di prodotto su metro quadrato di superficie. L'antievaporante dovrà essere caratterizzato da capacità di formare una pellicola sigillante di natura microcristallina, aderente al sottofondo e impermeabile, atta a garantire una perfetta protezione del calcestruzzo e ininfluente sull'adesione di successivi trattamenti.

#### *Caratteristiche del calcestruzzo:*

Il calcestruzzo dovrà essere prodotto secondo le prescrizioni della UNI 20601, con particolare riferimento agli aspetti relativi al contenimento del rapporto acqua/cemento a/c e all'aumento del rapporto i/c (aggregato/cemento).

Il rapporto a/c dovrà essere < 0,55 per il rispetto delle prescrizioni minime di composizione per la durabilità, comunque scelto in funzione della classe di esposizione specifica.



Al fine di eliminare i difetti qualitativi dovuti a carenza della compattazione meccanica, il calcestruzzo dovrà essere di tipo autocompattante, definito anche come S.C.C. (Self Compacting Concrete).

La composizione del calcestruzzo autocompattante (mix design) dovrà essere formulata in collaborazione con il produttore degli specifici additivi iperprestazionali e la consistenza, misurata con il metodo dello Slump Flow, dovrà essere di almeno 65, 70 cm a tempo T0 e T90 primi dall'aggiunta dell'acqua, con i seguenti vincoli:

- raggiungimento di uno Slump Flow = 50 cm in non più di 4";
- raggiungimento dello Slump Flow finale in non più di 45".

Componenti per la produzione del calcestruzzo S.C.C. dovranno rispondere ai requisiti della UNI 8145 e a quelli della pre Norma Europea pr EN 934-2.

Il mix design sarà formato da:

- additivo liquido superfluidificante di nuova generazione a rilascio progressivo a base di catene polimeriche di carbossilato etere modificato, indicato per la realizzazione di calcestruzzi preconfezionati anche in clima caldo, durevoli a elevato mantenimento della lavorabilità che dovrà permettere di porre in opera calcestruzzi fluidi e non segregabili a bassissimo rapporto a/c e fluidi per tutto il tempo necessario al trasporto e posa in opera, eliminando il problema della ritemperatura (aggiunta d'acqua e pié d'opera che sarà tassativamente vietata).
- additivo aerante per migliorare la resistenza ai cicli gelo-disgelo attraverso la formazione di un sistema di microbolle in prossimità di pori capillari pieni d'acqua dove si sta formando il ghiaccio in modo da consentire di scaricare la pressione idraulica grazie al trasporto dell'acqua dai pori capillari verso le microbolle.
- agente espansivo capace di annullare le conseguenze del ritiro. L'agente espansivo dovrà essere accuratamente miscelato con gli altri componenti dell'impasto.

A titolo esemplificativo viene riportato un mix design per il calcestruzzo della pista:

Calcestruzzo reso a stabilità volumetrica e resistente ai cicli di gelo disgelo mediante l'uso combinato di GLENIUM 27, STABILMAC e MICRO-AIR 200.

Cemento impiegato:	32,5 II A/L o 32,5 II A/M
Classe di resistenza richiesta:	Rck 30
Inerti impiegati:	n.3 – sabbia, ghiaio con diam. Max di 15 mm.
Spessore della lastra in cls.:	14 cm.
Rck 30	= Rmc 38 a 28gg / Rmc 9 a 24 ore

A/C 0,5	Acqua 180 it/mc
I/C 5,4	Inerti 1850 kg/mc
Aria	5%
Ritiro di ca	320

Composizione di un metro cubo di calcestruzzo:

cemento	Kg/mc 360
Inerti asciutti	Kg/mc 1800
Acqua	It/mc 170
STABILMAC	Kg/mc 20
GLENIUM 27	It/mc 3,6
MICRO-AIR 200	It/mc 0,18

Peso totale calcestruzzo fresco: kg/mc 2.350 circa.

Le Società Produttrici degli additivi dovranno possedere certificazione di qualità ai sensi della normativa UNI EN ISO 9002 e dovranno produrre alla D.L. una "dichiarazione di conformità" relativa alla partita di materiale che viene consegnato di volta in volta.

Il calcestruzzo utilizzato per la formazione della piastra dovrà avere le seguenti caratteristiche:

-cemento	Secondo UNI ENV 197-1
- aggregato resistente al gelo	Secondo UNI 8520-parte 20^
- rapporto acqua/cemento	< 0,55
- aria inglobata	4 – 6%
- impermeabilità	Secondo UNI 7699
-classe di resistenza	Non inferiore ad Rck 30 N/mm <sup>2</sup>

Dovrà essere preventivamente sottoposta all'approvazione della D.L. la curva granulometrica che l'Impresa intende utilizzare, elaborata in collaborazione con la Ditta fornitrice degli additivi, avendo cura di utilizzare aggregati con diametro massimo degli inerti di 20 mm e limitare il quantitativo di fine (sabbia) in 145-150 litri per metro cubo di calcestruzzo.

La miscelazione degli additivi del calcestruzzo dovrà avvenire mediante impastatrice localizzata nella sede dell'impianto di betonaggio e non in autobetoniera.

Tutte le prescrizioni sopra menzionate dovranno essere certificate sia dalla Ditta Appaltatrice sia dalla Stazione di betonaggio prima dell'inizio dei getti.

Dovrà essere fornita copia delle bolle di accompagnamento di ogni autobetoniera.

Prima di ogni getto (per ogni autobetoniera) verranno prelevati n. 2 provini – cubetti - aventi spigolo di 15 cm.

L'impresa dovrà successivamente sottoporre a prove e verifiche i materiali prelevati presso istituti autorizzati. Le spese occorrenti per il prelevamento, rottura e certificazioni, nonché gli oneri degli accantonamenti sono a totale carico della ditta appaltatrice. L'impresa non potrà mai accampare pretese di compenso per eventuali ritardi o sospensioni dei lavori che si rendessero necessari per gli accertamenti di cui sopra.

Nel prezzo relativo sono compresi gli oneri per l'esecuzione delle opere provvisorie necessarie per la lavorazione, gli oneri per l'approvvigionamento al piano dei materiali, lo sgombero e la pulizia delle aree dai materiali risulta, il loro allontanamento, nonché i diritti di smaltimento.

#### ▪ **Resinatura piano pista**

Fornitura e posa della resinatura superficiale multistrato del piano pista, per uno spessore complessivo di 3 mm circa ed in grado di garantire un allungamento tale da evitare la formazione di crepe sul piano pista.

La resinatura verrà realizzata come segue:

- preparazione meccanica del supporto mediante pallinatura;
  - pulizia accurata del fondo, asportando ogni residuo dannoso;
  - stesura di prodotto a base di resina epossidica flessibilizzata consolidante ad alta penetrazione tipo Fluidepox flex prodotto dall'azienda Sivit s.r.l.;
  - Stesura di prodotto a base di resina elastica colorata in pasta tipo Paviplast parking prodotto dall'azienda Sivit s.r.l.;
  - Verniciatura finale mediante prodotto a base di resina poliuretanica resistente ai raggi Uv tipo Finisol prodotto dall'azienda Sivit s.r.l.;
- Il colore RAL sarà a scelta della D.L.

#### 6.2.4.7 Opere in ferro

#### ▪ **Balaustre protettive**

Fornitura e posa di balaustre protettive trasparenti in alluminio e vetro composte da profili in alluminio grezzo lega 6060 T66, dimensioni da mm 95x130 circa, da fissare esternamente allo spessore del

solaio con l'utilizzo di staffe angolari inferiori, realizzate in acciaio zincato e rivestimento su misura in alluminio verniciato RAL (colore RAL a scelta della D.L.). Le balaustre dovranno avere un'altezza dal piano di calpestio di 1100mm.

Le balaustre saranno localizzate in corrispondenza dei dislivelli di pavimento, ai lati delle rampe e a bordo pista, dove indicato negli elaborati grafici di progetto.

Il profilo di alluminio di ogni balaustra sarà corredato di speciali accessori che permetteranno la registrazione per l'allineamento e "messa a piombo" delle lastre di vetro. Tale sistema di registrazione dovrà essere a barra continua (o similare) al lato esterno e nella parte bassa interna del vetro per garantire una pressione lineare costante sulle lastre di vetro ed evitare concentrazioni puntuali di pressione (il montaggio del vetro con relativa registrazione e fissaggio dovrà avvenire soltanto dal lato interno della balaustra e quindi senza utilizzo di ponteggi o attrezzature varie dal lato esterno del vetro).

Le balaustre dovranno garantire una resistenza a spinte pari a 3KN/m.

Esse saranno complete di tutti gli accessori e fissaggi per una corretta posa in opera. Il montaggio avverrà tramite saldature e bullonature, la cui quantità dipenderà dalla classe di resistenza.

Le balaustre in vetro dovrà rispondere alle norme attualmente in vigore, con relativa certificazione contenente:

- Prova di carico statica in conformità alla UNI 10806:1999 per ambienti di categoria C3 (classe di resistenza alla spinta 3 kN/m) ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/2008) e relativa circolare;
- Prova di carico dinamica in conformità alla UNI EN 12600:2004 per una classe di prestazione minima 1B1 (presidio anticaduta) come definita nella UNI 7697:2014.

La certificazione dovrà essere comprensiva di asseverazione da parte di Ingegnere strutturale.

I vetri avranno larghezza massima 150 cm per praticità di installazione e saranno temperati - temperati ed accoppiati con plastici rigidi 12/12/1,52 con PVB o similari.

Ciò permetterà il soddisfacimento della verifica allo stato limite di collasso (SLC) secondo CNR DT210/2013.

Tali sistemi garantiscono una resistenza alla spinta di 3 kN/m anche con la rottura di una lastra ed evitano il collasso immediato dello stratificato in caso di rottura di entrambe le lastre.

I profili in alluminio posizionati “a vista” saranno completi di carter di rivestimento anodizzato al colore argento classe 15 micron (o altro colore a richiesta della DL) oppure verniciato con polveri epossidiche al colore RAL9010 (o altro colore a richiesta della DL).

Si dovrà prestare estrema attenzione alla posa in opera della lastra indurita che dovrà essere posta nella parte compressa dello stratificato, cioè esternamente rispetto alla spinta e agli urti.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione dei manufatti per eliminare sbavature, spigoli taglienti ed ogni fonte di pericolo per gli utenti.

L'appaltatore dovrà realizzare un campione posato in opera per l'approvazione da parte del direttore dei lavori per ciascun nodo particolare.

#### 6.2.4.8 Pavimenti e rivestimenti

##### ▪ **Nuova pavimentazione in gomma**

All'interno del locale ospitante le due piste da curling verrà posata una nuova pavimentazione in gomma, sia nelle zone circostanti le piste che all'interno degli spogliatoi e dei servizi igienici. Ai lati delle due piste la pavimentazione dovrà essere posata al di sopra di un pavimento sopraelevato, che permetta di raggiungere la quota del piano piste.

Nelle zone non sopraelevate dovranno essere previste le seguenti lavorazioni:

- Pulizia del fondo esistente in resina epossidica;
- Fornitura e posa di doppia lamina in fibra di vetro tipo Mondo - Everlay A spessore 1,2 mm;
- Fornitura e posa di pavimentazione in gomma in rotoli (formato 1,90x10 m), tipo ND-UNI della linea Plansystem della ditta Artigo Spa spessore 3 mm. con finitura Unita colore U18 Grape;

Nelle zone sopraelevate dovranno essere previste le seguenti lavorazioni:

- Fornitura e posa di struttura portante per pavimento sopraelevato;
- Fornitura e posa di pannello costituito da materiale di supporto minerale monostrato inerte originale tipo Psi 28 FHB Knauf Integral, di dimensioni 1200x600 mm, densità  $\geq 1600$  kg/m<sup>3</sup>, spessore nominale di 28 mm, a base di solfato di calcio legato con fibre ad alta resistenza meccanica;
- Fornitura e posa di doppia lamina in fibra di vetro tipo Mondo - Everlay A spessore 1,2 mm;
- Fornitura e posa di pavimentazione in gomma in rotoli (formato 1,90x10 m), tipo ND-UNI della linea Plansystem della ditta Artigo Spa spessore 3 mm. con finitura Unita colore U18 Grape.

### Struttura portante per pavimento sopraelevato

Fornitura e posa di struttura portante per pavimento sopraelevato composta esclusivamente da colonne, con campo di regolazione in altezza variabile da 35 mm a 1030 mm. Le colonne, che dovranno essere disposte a maglie con interasse 600x600 mm, comprenderanno:

- Base: elemento in appoggio alla soletta formato da piastra in lamiera Ø 90 mm e spessore 1,8 mm, appositamente tranciata al fine di ottenere la rigidità necessaria e permettere un'ottima presa dell'eventuale incollaggio. Tramite saldatura a filo verrà applicato un tirante M 16 passo 2 mm di lunghezza variabile tra i 30 e i 200 mm.

La saldatura dovrà essere eseguita in modo da rendere i due elementi perfettamente uniti. Un dado con tacche antisvitamento consentirà la regolazione della colonna.

- Testa: elemento di appoggio formato da piastra di lamiera mm 90x90, sp. 2,5 mm, opportunamente forgiato tramite stampo trancia al fine di ottenere, oltre alle necessarie nervature e appoggi, una profonda imbutitura che permetterà di realizzare un manufatto completo in un singolo pezzo, adatto alla regolazione.

Questa soluzione d'avanguardia evita saldature o accoppiamenti forzati. Inoltre il manufatto così costituito garantirà naturale rigidità e un perfetto accoppiamento con l'altro elemento della colonna. Una guarnizione in politene antistatico o conduttivo, completerà la testa e ne sarà parte solidale tramite agganci rapidi. Le colonne dovranno essere incollate al piano di appoggio, ciò sarà facilitato dagli appositi fori alla base.

### Pannello modulare per pavimento sopraelevato

Fornitura e posa di pannello costituito da materiale di supporto minerale monostrato inerte originale tipo Psi 28 FHB Knauf Integral, di dimensioni 1200x600 mm, densità  $\geq 1600 \text{ kg/m}^3$ , spessore nominale di 28 mm, a base di solfato di calcio legato con fibre ad alta resistenza meccanica.

Il materiale sarà certificato di classe A1 secondo la EN 13501-1 o equivalentemente di classe 0 secondo la normativa italiana D.M. 26/6/84 (incombustibile per ciò che riguarda la reazione al fuoco). Sarà inoltre dotato di diverse certificazioni in campo ambientale, come la IBR (istituto tedesco che attesta la biocompatibilità dei materiali utilizzati in edilizia) o la VOC (che garantisce il basso livello di rilascio nell'ambiente di sostanze organiche volatili inquinanti). Prymerizzato sul lato superiore ed inferiore con bordi maschio e femmina sui lati e relativo collante.

### Rampa di accesso

Fornitura ed installazione di rampa di accesso per pavimento sopraelevato, dislivello 36 cm, composta di:

- Sottostruttura di sostegno costituita da supporti regolabili STC snodati con testa a crociera per accogliere le traverse tubolari in acciaio sezione L. 50 x H. 25mmI;
- Pannello portante multistrato sp. 20 mm ;
- Rivestimento in gomma millerighe antiscivolo sp. 2 mm.

### Lamina in fibra di vetro

In corrispondenza di spogliatoi e servizi igienici nonché degli ingressi al locale delle piste da curling, sulla pavimentazione in resina esistente, previa pulizia della stessa, sarà posata una doppia lamina in fibra di vetro, stabilizzante, impermeabilizzante ed isolante. La stessa lamina verrà posata in doppio strato al di sopra dei pannelli della pavimentazione sopraelevata.

La lamina presenterà resinatura sintetica ed elastomerica su entrambe le facce e sarà dotata di una serie di peduncoli in resina espansa nella parte sottostante. Il primo strato verrà steso a secco sul fondo esistente e costituirà una base continua, caratterizzata da ottima resistenza all'umidità, su cui far aderire con gli specifici collanti il secondo strato in fibra di vetro. La doppia lamina garantirà elevata resistenza all'umidità ed un livello efficiente di assorbimento degli urti.

### Pavimentazione in gomma

Fornitura e posa di pavimentazione in gomma sintetica di spessore nominale 3 mm, costituita da uno strato di copertura ad alta resistenza all'usura in tinta unita e da un sottostrato in gomma, calandrati e vulcanizzati insieme per garantirne la perfetta monoliticità, tipo Nd-Uni della linea Plansystem della ditta Artigo Spa. La pavimentazione dovrà essere fornita in rotoli da 1,90 x 10 m.

La superficie del prodotto si presenterà liscia, compatta, resistente all'usura, antiscivolo; sarà migliorata nelle prestazioni e nella pulibilità dallo speciale trattamento superficiale PRO, coating polimerico protettivo di ultima generazione reticolato UV, che abatterà i costi di pulizia e manutenzione. Il rovescio sarà leggermente smerigliato per l'attacco adesivo. La pavimentazione dovrà essere elastica, flessibile e resistente alle lievi piegature, ed avrà una densità inferiore a 1,75 g/cm<sup>3</sup>. Essa dovrà garantire sicurezza "in uso", in caso di incendio, ed infine in fase di smaltimento: dovrà essere infatti esente da nitrosammine cancerogene, da pentaclorofenolo pcp, da pvc e da qualsiasi sostanza alogena (cloro, fluoro, bromo e iodio), cadmio, formaldeide,

amianto. Dovrà inoltre essere priva di ftalati e plastificanti, ed ottemperare ai requisiti della normativa tedesca AgBB sull'emissione di composti volatili organici VOC. La pavimentazione dovrà possedere le certificazioni ambientali Blue Angel e Greenguard Gold; dovrà essere certificata "non tossica" in caso di incendio secondo la norma DIN 53436, sarà infine classificata secondo il catalogo europei dei rifiuti (CER) come rifiuto speciale non pericoloso, e quindi assimilabile agli urbani secondo la norma DCI 27/7/84. La pavimentazione dovrà possedere una Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD) di tipo 3 certificata da un Ente terzo riconosciuto.

Il produttore dovrà avere il proprio sistema di gestione qualità certificato ISO 9001 ed il proprio sistema di gestione ambientale certificato ISO 14001; il prodotto sarà infine marchiato CE secondo la norma EN 14041 sui materiali da costruzione. Il pavimento dovrà essere conforme a quanto richiesto dai requisiti della norma EN 1817, ed in particolare dovrà avere le seguenti caratteristiche principali:

Impronta residua (EN 433):  $\leq 0,12$

Resistenza all'abrasione (ISO 4649):  $\leq 180 \text{ mm}^3$

Resistenza allo scivolamento (EN 13893): classe DS ( $\mu \geq 0,30$ )

Reazione al fuoco (EN 13501-1): euroclasse Bfl – s1

Effetto bruciatura sigaretta (EN 1399):  $A \geq 4$  ;  $B \geq 3$

Carica elettrostatica da calpestio (EN 1815):  $\leq 2 \text{ kV}$  antistatico

Flessibilità (EN 435 met. A, su  $\varnothing 20\text{mm}$ ): nessun danno della gomma

Densità (EN 430):  $\leq 1,75 \text{ g/cm}^3$

Effetto sedia con ruote (EN 425 ruote di tipo W): adatto

Tossicità gas (DIN 53436): non tossici

TVOC: conforme schema AgBB

conforme schema Ral UZ 120 (Blue Angel)

conforme schema Greenguard Gold

conforme California Section 01350 (Sch.Leed)

La posa in opera sarà comprensiva di collanti, preparazioni del fondo, sfridi, prima pulizia e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Il sistema sarà autoposante, assemblato in cantiere: i due strati in fibra di vetro tipo Everlay e lo strato di pavimentazione in gomma dovranno essere accoppiati ed incollati a teli sfalsati fra loro



in corso d'opera con idonei collanti poliuretanici (G20) che garantiranno la realizzazione di un pavimento in unico spessore isolato dal sottofondo.

Dovrà essere eseguita la preventiva esecuzione di fori semicircolari in corrispondenza dei pannelli di pavimento che verranno posati in corrispondenza dei pilastri a sezione circolare presenti all'interno dell'ambiente in cui verranno realizzate le piste da curling.

#### **Rivestimenti in gres – servizi igienici**

Fornitura e posa, in corrispondenza delle pareti dei due servizi igienici, di piastrelle in gres porcellanato antiusura e antimacchia, ingelive, pressate, non smaltate con effetti cromatici ottenuti mediante colorazione nella massa, tipo Granitogres della ditta Casalgrande Padana serie Architecture, dimensioni 30x60 cm, spessore 9,4 mm rettificato, con superficie Naturale. Il colore sarà a scelta della D.L..

Le piastrelle di prima scelta, ottenute da miscele selezionate di argille, quarzi e feldspati, cotte a temperatura di 1250°C saranno pienamente vetrificate (UNI EN 14411-G ISO 13006 - Gruppo BI a UGL) ed avranno assorbimento d'acqua  $\leq 0,1\%$ .

#### *Caratteristiche tecniche:*

Classificazione prodotto:

Gruppo B1 UGL completamente greificato (UNI EN ISO 10545-3)

Caratteristiche dimensionali e d'aspetto tolleranze minimi (UNI EN ISO 10545-2)

Assorbimento acqua:  $\leq 0,1\%$  (UNI EN ISO 10545-3)

Resistenza a flessione: 50-60 N/mm<sup>2</sup> (UNI EN ISO 10545-4)

Resistenza ad acidi e basi:

escluso H fluoridrico UA (UNI EN ISO 10545-13)

Resistenza al gelo: Garantita

Resistenza usura abrasione: illimitata

Dilatazione termica lineare:  $6 \times 10^{-6}$

Resistenza alla scivolosità:  $\geq 0,6$  (DIN 51130)

Resistenza dei colori alla luce nessuna variazione (DIN 51094)

Resistenza alle macchie garantita

#### ▪ **Controsoffitto continuo ribassato (bagni e spogliatoi)**

Fornitura e posa in opera di controsoffittatura interna ribassata realizzata con lastre in gesso rivestito tipo Idrolastra dell'azienda Knauf, su orditura metallica.

L'orditura metallica verrà realizzata con profili tipo Knauf serie "E" in acciaio zincato con classificazione di prima scelta, a norma UNI EN 10327, con resistenza in nebbia salina 72h, spessore 0,6 mm, delle dimensioni di:

- guide perimetrali U30/27/30 mm

- profili C Plus 27/50/27 mm, sia per l'orditura primaria fissata al solaio tramite un adeguato numero di ganci a molla regolabili e pendini, che per l'orditura secondaria, ancorata alla primaria tramite appositi ganci di unione ortogonale e posta ad interasse non superiore a 400 mm. L'orditura sarà isolata dalle strutture perimetrali con nastro monoadesivo tipo Knauf con funzione di taglio acustico, dello spessore di 3,5 mm.

I profili saranno conformi alla norma armonizzata EN 14195 riguardante "Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito" con attestato di conformità CE, in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema di qualità UNI-EN-ISO 9001-2000, con produzione certificata da ICMQ.

Il rivestimento dell'orditura sarà realizzato con singolo strato di lastre in gesso rivestito, con marchio CE a norma EN520 - DIN 18180, tipo Idrolastra Knauf GKI (H) dell'azienda Knauf, collaudate dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim, con certificazione di qualità ISO 9001, dello spessore di 12,5 mm (1), in classe di reazione al fuoco A2s1d0 (non infiammabile), ed omologate in classe 1 (uno), avvitate all'orditura metallica con viti auto perforanti fosfatate.

La fornitura in opera sarà comprensiva della stuccatura dei giunti, degli angoli e delle teste delle viti in modo da ottenere una superficie pronta per la finitura.

Le modalità per la messa in opera saranno conformi alle norme UNI11424 ed alle prescrizioni del produttore.

#### 6.2.4.9 Porte interne

##### ▪ **Porta scorrevole interno muro**

Fornitura e posa in opera di porte interne metalliche scorrevoli interno muro, tipo Kora Basic della ditta Novoferm o equivalente, ad anta singola composta da due fogli di lamiera 6/10 zincata e

preverniciata Ral 7035 goffrato, scatolate e bordate longitudinalmente da un profilo in alluminio anodizzato argento, con coibente interno in cartone alveolare a cellula stretta, che costituirà un unico blocco monolitico con le lamiere esterne mediante incollaggio a caldo di colle poliuretaniche. La finitura superficiale sarà realizzata con polvere epossipoliestere bucciata RAL 7035, 1013, 5010, 9002, 9006, 9010.

Il sistema telaio sarà abbracciante, composto da telaio in alluminio anodizzato argento, linea arrotondata, taglio a 45°, fissato con tasselli o viti autofilettanti. Imbotte di rivestimento in alluminio anodizzato argento con taglio a 45° idoneo al rivestimento di muri con spessore compreso fra mm. 100 e mm.159. Per le pareti con spessori superiori (parete interna in blocchi di calcestruzzo esistente) dovranno essere impiegati appositi profili modulari aggiuntivi aventi passo mm. 60, per la maggiorazione dell'imbotte di rivestimento.

Le porte saranno dotate di: cerniere in alluminio anodizzato argento con boccola in nylon autolubrificante e perno in acciaio, registrabili; serratura con scrocco e catenaccio; cilindro Yale con tre chiavi; maniglia nera con rosetta, guarnizione di battuta perimetrale in gomma neoprenica premontata.

Il sistema di apertura scorrevole sarà costituito da:

- controtelaio a scomparsa in lamiera zincata e nervata in senso verticale, tipo scrigno. due fronti in orizzontale sono applicate delle doghe nervate (in quantità variabile a seconda della larghezza), per dare maggiore rigidità alle pareti del controtelaio ed evitare possibili deformazioni al vano di scorrimento della porta;
- binario di scorrimento del carrello in monoblocco, in alluminio estruso UNI 6060 T5 ad una o due corsie, spessore medio 20/10. Carrello portante in materiale robusto con 4 ruote. Portata massima 80 Kg a carrello;
- imbotte di rivestimento in alluminio anodizzato argento, linea arrotondata, con sistema telescopico per coprire muri con spessore da 100 a 145 mm. Nessuna vite in vista per ancoraggio imbotti.;
- spazzolini di tenuta verticali in nylon con supporto;
- serratura a gancio con maniglia girevole, anche in versione L/O. Maniglia ad incasso su ambo i lati.

#### ▪ **Porte tagliafuoco**

Le porte tagliafuoco indicate negli elaborati di progetto dovranno essere rispondenti, in linea generale, alle prescrizioni seguenti:

Porte metalliche certificate secondo norma europea EN 1634 con classe di resistenza al fuoco EI 60, EI 120.

. Le porte saranno costituite da:

- telaio a "Z", in profilo d'acciaio zincato sp. mm. 15/10, sagomato per conferire complanarità fra anta e telaio, dotato di vano per inserimento guarnizione fumi freddi;
- giunzione meccanica del telaio agli angoli senza impiego di saldature, al fine di lasciare intatta la zincatura elettrolitica delle superfici ed evitare punti di innesco della corrosione che sono tipici delle saldature;
- battente da mm. 64, complanare al telaio, realizzato in doppia lamiera d'acciaio zincata sp. mm. 8/10 pressopiegata, inscatolata, elettrosaldata, dotato di con pacco interno di coibente ad alta densità;
- ala di battuta spessore mm. 20, per limitare al minimo i rischi infortunistici in caso d'urto contro le persone;
- 2 cerniere per anta, realizzate in acciaio stampato con scorrimento su boccole temperate antifrizione, dimensionate per traffico intensivo e in condizione di carichi elevati. Dovranno essere registrabili in ogni momento mediante apposite viti (non essere raggiungibili a porta chiusa). Le cerniere saranno fissate meccanicamente alla porta e pertanto potranno essere sostituite a seguito di impiego prolungato e gravoso, ai sensi del D.M. M.I. 64 del 10/03/98, D.M. M.I. 21/06/04 (GU 155 del 05/07/04) e T.U. 81/2008 per le vie di fuga;
- meccanismo di richiusura tarabile, mediante apposita molla inserita nelle cerniere;
- braccetto selettore di chiusura;
- rostro di tenuta posto fra le due cerniere;
- serratura anta principale completa di cilindro con sistema di ammaestramento;
- serratura anta secondaria tipo Flush-bolt per l'autobloccaggio, con apertura a leva;
- maniglia inox a scelta della D.L., con anima in acciaio, sagomata ad "U" antiappiglio, posta ad altezza mm. 960 da pavimento secondo il DPR 503 del 24/07/96, salvo diverse necessità di apertura individuate dal progetto;
- guarnizione termoespandente sul perimetro del telaio;
- superfici protette con zincatura in categoria Z140 (massa minima zinco 140 g/mq superficie) e finitura superficiale con polvere epossipoliestere bucciata (RAL a scelta della D.L.) di spessore medio 120 microns (resistenza alla corrosione in classe C4 secondo la EN ISO 12944-6:1998);

#### 6.2.4.10 Opere di finitura

##### ▪ **Pellicola adesiva schermante**

Fornitura e posa di pellicola in poliestere con superficie opaca, tipo Fasara dell'azienda 3M, in corrispondenza della vetrata che si affaccia sulla pista da hockey, che permetta di schermare alla vista il nuovo pacchetto di solaio con pavimento sopraelevato, avente uno spessore di 36,5 cm maggiore rispetto a quello esistente. La pellicola adesiva dovrà essere fatta aderire alla superficie vetrata dopo aver provveduto alla pulizia della stessa con acqua e detergente neutro.

La pellicola dovrà soddisfare i requisiti di reazione al fuoco così come previsto dalla normativa europea DIN EN 13501 – 1 (B – s1,d0).

Il design della pellicola sarà a scelta della D.L.

##### ▪ **Tinteggiatura lavabile per interni**

Le superfici intonacate interne che non verranno rivestite, dovranno essere protette con due riprese di vernice lavabile per interni a base di resine sintetiche in dispersione acquosa e pigmenti finemente dispersi, stabili alla luce.

Composizione:

- pigmento 40 ÷ 50%
- veicolo 50 ÷ 60% (con percentuale di resina non inferiore al 20% del totale misurato sul secco)

Caratteristiche generali:

- finitura satinata a guscio d'uovo
- ottime proprietà coprenti
- lavabile (min. 2500 cicli Gardner)

Caratteristiche tecniche:

- peso specifico medio 1,35 ÷ 1,37 Kg/l
- essiccamento a 20°C e 65% U.R. max «h fuori polvere 8 h indurito
- resa max 10 m<sup>2</sup>/Kg su fon do non assorbente.

Modalità di applicazione:

- La stesa in due mani potrà avvenire a pennello, rullo o a spruzzo e la scelta della modalità potrà essere fatta in accordo con il Direttore dei Lavori in funzione del tipo di finitura che si vorrà ottenere.
- Su supporti nuovi assorbenti, prima della stesa del prodotto finale, la superficie dovrà essere trattata con primer impregnante; la prima mano dell'idropittura dovrà comunque essere ben diluita.
- Su supporti vecchi occorrerà eseguire una preventiva pulizia del muro e, ove occorra, una stuccatura a rasatura.

Prescrizioni particolari/Localizzazioni:

L'idropittura sarà da applicarsi su tutte le superfici interne di nuova realizzazione ed esistenti e su tutti i soffitti.

#### 6.2.4.11 Attrezzature interne

##### ▪ **Apparecchi sanitari**

L'Appaltatore dovrà fornire in opera gli apparecchi sanitari e le rubinetterie necessarie alla loro funzionalità, compresi; viti, bulloni, guarnizioni, tasselli, staffe, etc..

I bagni dovranno essere allestiti con attrezzature di ausilio registrate presso il Ministero della Salute quali Ausili tecnici di sostegno per disabili e comunità, da posizionare in opera come indicato nelle tavole di disegno. Tutti i dispositivi dovranno essere forniti in opera, completi di tasselli, rondelle, dischi isolanti, etc., e saranno conformi con i requisiti della normativa UNI EN 12182:2012. Il carico nominale sopportabile dovrà essere di 180 kg.

##### Vaso monoblocco ergonomico

Vaso sospeso monoblocco ergonomico per disabili con catino allungato, sifone incorporato e scarico a parete. Realizzato in vitreous china e dotato di apertura frontale per consentire un agevole utilizzo della doccetta esterna ad uso bidet. Completo di cassetta di scarico a zaino anch'essa realizzata in vitreous china con meccanismo di scarico e pulsante remoto.

Dimensioni: larghezza 380 mm altezza 735 mm profondità 760 mm; portata max 400 kg.

##### Lavabo ergonomico

Lavabo ergonomico per disabili realizzato in vitreous china, dotato di appoggia gomiti, bordi arrotondati e fronte concavo per l'agevole avvicinamento. Dotato di alzatine paraspruzzi e predisposto per rubinetteria monoforo. Dimensioni: larghezza 660 mm altezza 260 mm profondità

565 mm, completo di mensola supporto lavabo disabili acciaio verniciato bianco RAL 9010 da fissare su apposita staffa ancorata all'interno della parete, regolazione pneumatica e 2 pistoni pneumatici (dadi, bulloni e molle zincati).

#### Rubinetto miscelatore elettronico

Rubinetto elettronico monoforo miscelatore da piano per lavabo con funzionamento a sensore capacitivo ed interruzione automatica del flusso d'acqua, dotato di elettrovalvola bistabile a basso consumo energetico, aeratore antifurto, dispositivo antiallagamento incorporato e rubinetto filtro anti impurità con regolatore di portata. Corpo rubinetto e bocca di erogazione realizzati in lega di ottone nichelato e cromato ad elevato spessore. Distanza di attivazione regolabile su 4 posizioni. Rilevamento presenza al solo avvicinamento delle mani, e tempo di comfort con taratura standard a 2 secondi dopo allontanamento. Alimentazione elettrica a tenuta stagna tramite alimentatore stabilizzato da rete 230 V / 6V DC. Completo di flessibili di collegamento e sistema di fissaggio.

#### Specchio reclinabile

Specchio reclinabile, struttura in acciaio inox con finitura satinata, completo di staffa di fissaggio e con specchio spessore 5.0 mm (film plastico che trattiene i frammenti dello specchio in caso di rottura accidentale, totale assenza di rame e formaldeide, conforme alla direttiva ROHS (<0.1% di piombo) o il 70% in meno di solventi, resistente alla corrosione chimica causata dai prodotti per la pulizia).

#### Maniglione orizzontale 60 cm

Maniglione fisso orizzontale a parete, realizzato in acciaio inox AISI 304 diametro 32 mm, spessore 1 mm, con finitura satinata, completo di flangia Ø 74 mm, spessore 2 mm e rosone in acciaio inox 430 Ø 76mm, spessore 0.6 mm e di elemento isolante per la protezione da correnti dispersive, dimensioni: lunghezza 600 mm profondità 90 mm.

## 7 OPERE STRUTTURALI

## 7.1 Premessa

Il presente capitolo riporta le specifiche tecniche e le prescrizioni strutturali riferite ai lavori strutturali previsti all'interno dei lavori di manutenzione straordinaria previsti nel Palaghiaccio di C.so Tazzoli in Torino.

**Per una descrizione delle opere strutturali si rimanda a quanto riportato in capitolo 3-OPERE DA REALIZZARE.**

### 7.1.1 Materiali utilizzati

- Intervento 1 – Rinforzo strutture esistenti mediante materiale composito CFRP

*Nastri in materiale composito a matrice polimerica e fibra di carbonio (CFRP) ad alta resistenza e tenacità:*

- Grammatura 300-320 g/m<sup>2</sup>
- tensione di rottura del nastro  $\geq 3500$  Mpa
- tensione di rottura fibre di carbonio pari a 4700-4900 MPa,
- Densità della fibra  $\approx 1.8$  g/cm<sup>3</sup>
- modulo elastico fibre di carbonio e nastro pari a 240-250 GPa,
- allungamento a rottura fibre di carbonio  $\geq 1,5\%$

*Lamina pultrusa in fibra di carbonio ad alta resistenza e tenacità:*

- tensione di rottura a trazione della lamina  $\approx 2000$  MPa
- modulo elastico a trazione della lamina  $\geq 130$  GPa
- allungamento a rottura della lamina  $\geq 1,3\%$
- Densità della fibra 1,6 - 1.8 g/cm<sup>3</sup>
- Tensione di rottura a trazione area di fibre 3100-3500 MPa
- Modulo elastico a trazione area di fibre 230-250 GPa
- Allungamento a rottura fibra  $\geq 0.9 \%$
- Larghezza lamina 100mm, Spessore 1,4 mm

*Malta per preparazione supporto per successivo incollaggio FRP:*

- Malta Epossidica Resistenza a trazione  $\geq 2$  Mpa

*Primer di base:*

- Prodotto a base di resine epossidiche a bassa viscosità tipo Mapewrap Primer 1 della Mapei, MasterBrace P3500 della Basf

*Resina per incollaggio lamine in CFRP:*

- Prodotti tixotropico a due componenti a base di resine epossidiche ad elevata adesione tipo



Mapewrap 11 della Mapei o Master BraceADH400 della Basf adatto per incollaggi delle lamine pultruse in CFRP;

*Resina per incollaggio nastri in CFRP:*

- Prodotto bicomponente a base epossidica ad alto contenuto di solidi, di consistenza superfluida tipo Mapewrap 21 della Mapei o Master Brace SAT4500 della Basf, adatto per l'impregnazione di tessuti in CFRP;

- Intervento 2 - Staffe supporto terminali impiantistici

- Acciaio per strutture in carpenteria metallica **S275 J0** zincato a caldo e verniciato

- Intervento 3 – Ancoraggio Linee vita da installarsi in copertura

- Acciaio per strutture in carpenteria metallica **S275 J2** zincato a caldo e verniciato

- Intervento 4 – appoggi e fissaggio apparecchiature impiantistiche in copertura

- Acciaio per strutture in carpenteria metallica **S275 J2** zincato a caldo e verniciato

### 7.1.2 Analisi dei carichi

- Intervento 1 – Rinforzo strutture esistenti mediante materiale composito CFRP

Pesi propri strutturali

- Calcestruzzo armato 25 kN/m<sup>3</sup>
- Solaio a lastra tipo I H=6+12+5=23 cm 3,75 kN/m<sup>2</sup>
- Solaio a lastra tipo II H=6+20+6=32 cm 4,70 kN/m<sup>2</sup>

Pesi permanenti non strutturali

- Carico permanente 5,50 kN/m<sup>2</sup>

Pesi accidentali o variabili

- Carico accidentale 3,00 kN/m<sup>2</sup>

- Intervento 2 - Staffe supporto terminali impiantistici

- Carico su singolo staffaggio (pista 1) 3,50 kN
- Carico su singolo staffaggio (pista 2) 0,30 kN

- Intervento 3 – Ancoraggio Linee vita da installarsi in copertura

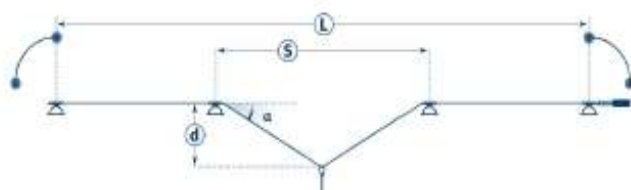
Si riportano di seguito le sollecitazioni agenti alla base del palo di ancoraggio considerando

un'altezza dello stesso pari a 50cm.

- Massima sollecitazione in asse cavo (tratto corto della LV)

PARAMETRI		VALORI	
Tipo	LineaLibera		
L	Lunghezza della linea	24.00	m
S	Distanza intermedi	12.00	m
	Numero intermedi	1	
	Numero utilizzatori	2	pers
	Tipo assorbitore	AP10	
d	Freccia	176	cm
$\alpha$	Angolo di deflessione del cavo	16,37 °	

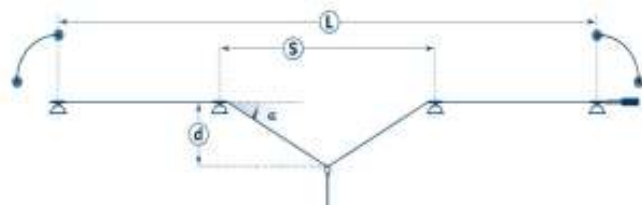
Reazione agli ancoraggi	Terminali [N]	Intermedi [N]
In asse al cavo deformato	9821	
Perpendicolare al cavo indeformato*	7000	7000



- Massima sollecitazione in asse cavo (tratto corto della LV)

PARAMETRI		VALORI	
Tipo	LineaLibera		
L	Lunghezza della linea	58.00	m
S	Distanza intermedi	12.00	m
	Numero intermedi	4	
	Numero utilizzatori	2	pers
	Tipo assorbitore	AP10	
d	Freccia	189	cm
$\alpha$	Angolo di deflessione del cavo	17.46 °	

Reazione agli ancoraggi	Terminali [N]	Intermedi [N]
In asse al cavo deformato	9278	
Perpendicolare al cavo indeformato*	7000	7000



- Intervento 4 – appoggi e fissaggio apparecchiature impiantistiche in copertura

Si faccia riferimento al progetto degli impianti meccanici. Le macchine da installare all'interno della copertura hanno le seguenti caratteristiche:

- Refrigeratore di liquido per uta pista curling  
dimensioni: 2.122 x 2270 x 1.320 mm  
peso a pieno carico: 2.400 kg

- Unità di trattamento aria - pista curling  
dimensioni: 4.840 x 2.300 x h. 1.670 mm  
peso a pieno carico: 3.400 kg
- Refrigeratore di liquido per ghiaccio pista  
dimensioni unità: 7.800 x 2.200 x h.2.310 [mm]  
peso a pieno carico: 4.500 kg

## 7.2 **Accettazione dei materiali**

### 7.2.1 **Accettazione**

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente documento ed essere della migliore qualità e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi del regolamento.

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

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

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

### 7.2.2 **Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali**

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

### 7.2.3 **Impiego di materiali o componenti di minor pregio**

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

### 7.2.4 **Norme di riferimento e marcatura ce**

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva sui prodotti da

costruzione Direttiva 89/106/CEE ed il Regolamento Europeo (UE) n. 305/2011, recepiti in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993 e s.m.i.. Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice Za delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

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

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

Nella fattispecie dell'intervento in oggetto, gli elementi in acciaio strutturale devono possedere i requisiti e rispettare le prescrizioni previste dalla norma armonizzata UNI EN 1090-1: 2009/EC 1-2011 e smi.

**Tutte le strutture in acciaio devono possedere marcatura CE e devono essere accompagnate da Dichiarazione di Prestazione e documenti di trasporto comprovanti la completa tracciabilità del materiale dal produttore fino all'utilizzatore finale.**

#### 7.2.5 Materiale CFRP

**Per le modalità di calcolo, la realizzazione ed il controllo del rinforzo con CFRP fare espressamente riferimento alle Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti (CSLP), le NTC '08 e circolare applicativa num.617 e le .CNR-DT 200 R1/2013.**

Tutte le forniture di materiali devono riportare nel Documento di trasporto (nel seguito DdT ) la indicazione del CIT (Certificato di Idoneità Tecnica) e i materiali devono essere marcati secondo il sistema approvato e pubblicato dal STC.

Le procedure per l'ottenimento ed il rinnovo del CIT sono riportate nelle linee guida di cui sopra.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da documento di trasporto del commerciante, sul quale deve essere riportata esplicita annotazione con indicazione del CIT di qualificazione del prodotto, e da copia dei documenti rilasciati dal Produttore, dichiarati conformi agli originali.

##### **Documentazione di accompagnamento delle forniture**

Tutte le forniture di materiali devono riportare nel Documento di trasporto (nel seguito DdT ) la indicazione del CIT e i materiali devono essere marcati secondo il sistema approvato e pubblicato dal STC.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da documento di trasporto del commerciante, sul quale deve essere riportata esplicita annotazione con indicazione del CIT di qualificazione del prodotto, e da copia dei documenti rilasciati dal Produttore, dichiarati conformi agli originali.

**Controlli di accettazione in cantiere.**

I controlli di accettazione in cantiere sui materiali FRP preformati:

- sono obbligatori e di competenza del Direttore dei lavori;
- devono essere campionati nell'ambito di ciascun lotto di spedizione e devono riguardare tutti i rinforzi FRP preformati oggetto di fornitura;
- le prove meccaniche devono essere effettuate da un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001, con comprovata esperienza e dotato di strumentazione adeguata per prove su FRP, in tempo ritenuto utile dal Direttore dei Lavori ai fini dell'accertamento della qualità e della conformità alle specifiche di progetto dei rinforzi oggetto di fornitura e comunque non oltre 30 giorni.

Ferme restando le responsabilità del Produttore, il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare che tutti i prodotti oggetto della fornitura risultino adeguatamente marchiati ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Qualora il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il STC, i prodotti non possono essere accettati in cantiere ed il Direttore dei Lavori è tenuto a segnalare la circostanza al STC.

**Prelievo**

Il campionamento deve essere effettuato dal Direttore dei Lavori o da tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante idonee sigle, etichettature indelebili, la rintracciabilità dei campioni in ordine alla fornitura ed alla ubicazione e all'uso previsto in cantiere.

Devono essere prelevati **n. 3 campioni in riferimento** ad ogni lotto di spedizione e comunque ogni 500 m o frazione di sistema di rinforzo preformato, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del sistema di rinforzo da uno stesso stabilimento.

In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

Sono previsti solo controlli di tipo meccanico.

Si prescrivono inoltre prove sulla resina – adesivo in ragione **di un provino ogni lotto di spedizione** per verificarne le caratteristiche dichiarate dal Produttore e richiamate nel manuale di installazione. Si, adottano a tal fine le stesse norme di riferimento utilizzate per la qualificazione delle materie prime di cui al punto 4.5.

La richiesta di prove deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove e/o di omessa indicazione della destinazione del prodotto da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi della presente Linea Guida e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I predetti certificati non potranno essere utilizzati dal Collaudatore per le operazioni di collaudo

**Prove di accettazione**

Per ciascun campione i valori della tensione di rottura a trazione e del modulo elastico, entrambi nella direzione delle fibre, devono risultare non inferiori ai corrispondenti valori nominali dichiarati nella scheda Prodotto.

Le proprietà della resina-adesivo devono soddisfare i valori dichiarati dal Produttore.

**Valutazione dei risultati**

Qualora la verifica di cui al precedente comma non dovesse essere soddisfatta, anche solo per una delle grandezze misurate, essa deve essere ripetuta prelevando e provando 3 ulteriori campioni provenienti da prodotti del lotto in esame.

Se, per tutti e tre i campioni, i valori delle due caratteristiche meccaniche da esaminare sono maggiori o uguali del competente valore di accettazione, il lotto consegnato può essere considerato conforme.

Se, per uno solo dei campioni, il valore di una delle due caratteristiche meccaniche risulta minore del corrispondente valore di accettazione, sia il provino che il metodo di prova devono essere attentamente analizzati.

Se nel campione è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorre prelevare un ulteriore (singolo) campione ed accertare il soddisfacimento dei requisiti di accettazione.

In tutti gli altri casi, il risultato negativo va comunicato al STC e il Direttore dei Lavori deve assumere le opportune determinazioni.

L'intero lotto di spedizione è da considerarsi non conforme e come tale non deve essere utilizzato per il previsto rinforzo strutturale.

#### Certificazione dei risultati delle prove di accettazione

I certificati emessi dai laboratori devono contenere almeno le seguenti indicazioni:

- identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- identificazione del Committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- nominativo del Direttore dei Lavori che richiede le prove;
- descrizione e identificazione dei campioni da provare con indicazione della relativa marcatura ove non reperibile sui campioni;
- estremi del verbale di prelievo sottoscritto dal Direttore dei lavori;
- data di ricevimento dei campioni;
- data di esecuzione delle prove;
- indicazione della norma di riferimento della prova;
- dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- valori delle grandezze misurate.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato dal Laboratorio incaricato sui campioni da sottoporre a prove ovvero di quello riportato dal Direttore dei Lavori nella richiesta di prove qualora i campioni fossero sprovvisti di tale marchio.

Qualora il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il STC, le certificazioni emesse dal Laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle *Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti* e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE è onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni Fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

E' inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

#### **Rintracciabilità in cantiere**

Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'Appaltatore deve assicurare la conservazione della documentazione di accompagnamento, unitamente a marcature o etichette di riconoscimento ed ad eventuali annotazioni trasmesse dal Direttore dei lavori, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico e, ove previsto, tecnico-amministrativo.

#### **Qualificazione dei Fornitori**

Nel caso in cui i sistemi di rinforzo preformati, acquistati presso Produttori qualificati come descritto ai punti precedenti, siano successivamente immessi sul mercato, con un proprio marchio o logo, da soggetti differenti, di seguito denominati "Fornitori", che non effettuino su di essi alcuna altra trasformazione, ai fini della qualificazione devono essere soddisfatte le prescrizioni di seguito riportate.

I Fornitori suddetti devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità coerente con la norma UNI EN 9001 e certificato da un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che operi nel rispetto della norma UNI EN 17021:2006.

I Fornitori di cui al presente punto sono tenuti a dichiarare al STC la loro attività, assumendosi l'impegno a commercializzare esclusivamente sistemi di rinforzo preformati qualificati all'origine, sui quali non opereranno alcuna trasformazione, ed indicando un proprio logo o marchio che li identifichi in modo inequivocabile. Il STC attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra.

La suddetta dichiarazione deve essere confermata annualmente al STC, specificando che nulla è variato rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero, in caso contrario, descrivendo le avvenute variazioni.

Tutti i prodotti forniti in cantiere devono essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel seguito, che identifichi in modo inequivocabile il Fornitore.

Ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da dichiarazione, sul DdT, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal STC, recante il logo o il marchio del Fornitore.

Il Direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del Fornitore.

Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il Collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del Fornitore.

#### **Prodotti provenienti dall'estero**

Gli adempimenti di cui ai punti precedenti si applicano anche ai sistemi preformati provenienti dall'estero.

Nel caso in cui tali prodotti siano provvisti di una certificazione riconosciuta dalle rispettive Autorità estere competenti, il Produttore e/o il Fornitore di sistemi di rinforzo preformati può, in alternativa alla richiesta di CIT, inoltrare al STC domanda intesa ad ottenere il riconoscimento



dell'equivalenza della procedura adottata nel Paese di origine. A tal fine deve depositare contestualmente la relativa documentazione per i prodotti che intende commercializzare sul territorio italiano ed il corrispondente marchio.

L'equivalenza è sancita con provvedimento del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

### **Installazione**

Alla documentazione di accompagnamento di ogni lotto di spedizione il Produttore, o il Fornitore, deve allegare un Manuale di installazione, dove sono fornite le istruzioni operative per la completa posa in opera del sistema di rinforzo preformato, con particolare riguardo ai trattamenti da porre in essere a carico del supporto, preliminarmente all'installazione del composito FRP.

## **7.3 Materiali e prodotti per uso strutturale**

### **7.3.1 Strutture in carpenteria metallica**

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva sui prodotti da costruzione Direttiva 89/106/CEE ed il Regolamento Europeo (UE) n. 305/2011, recepiti in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993 e s.m.i.. Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice Za delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

Nella fattispecie dell'intervento in oggetto, gli elementi in acciaio strutturale devono possedere i requisiti e rispettare le prescrizioni previste dalla norma armonizzata UNI EN 1090-1: 2009/EC 1-2011 e smi.

**Tutte le strutture in acciaio (profilati, piatti e bulloneria) dovranno possedere marcatura CE e dovranno essere accompagnate da Dichiarazione di Prestazione e documenti di trasporto comprovanti la completa tracciabilità del materiale dal produttore fino all'utilizzatore finale.**

La descrizione delle opere e le modalità costruttive delle strutture resistenti in carpenteria metallica sono diffusamente descritte negli elaborati strutturali.

In sede di esecuzione dell'opera ed in funzione dei manufatti che si andranno ad installare, l'appaltatore dovrà presentare alla DL progetto costruttivo delle strutture in acciaio per approvazione prima della realizzazione dell'opera.

Le nuove strutture in carpenteria metallica, compresa la bulloneria strutturale, dovranno rispettare la normativa UNI 1090 parte 1 e parte 2 e dovranno essere accompagnate da marcatura CE e D.o.P ai sensi dell'appendice ZA della suddetta norma.



Per l'esecuzione delle opere in acciaio si faccia riferimento a quanto riportato nella norma UNI EN 1090 parte 1 e parte 2.

**Per la qualità dei materiali, i controlli di produzione, i controlli di accettazione in cantiere e le prove sui materiali, fare riferimento a quanto riportato al capitolo 11 delle NTC '08 e sulla Circolare applicativa num. 617.**

#### Generalità

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

Gli spessori nominali dei laminati, per gli acciai di cui alle norme europee UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, sono riportati nelle tabelle 18.1 e 18.2.

**Tabella 18.1. Laminati a caldo con profili a sezione aperta**

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk}$ (N/m <sup>2</sup> )	$f_t$ (N/m <sup>2</sup> )	$f_y$ (N/m <sup>2</sup> )	$f_t$ (N/m <sup>2</sup> )
<b>UNI EN 10025-2</b>				
S 235	235	360	235	360
S 275	275	430	275	430
S 355	355	510	355	510
S 450	450	550	450	550

	0	5 0	2 0	5 0
<b>UNI EN 10025-3</b>				
S 275 N/NL	27 5	3 9 0	2 5 5	3 7 0
S 355 N/NL	35 5	4 9 0	3 3 5	4 7 0
S 420 N/NL	42 0	5 2 0	3 9 0	5 2 0
S 460 N/NL	46 0	5 4 0	4 3 0	5 4 0
<b>UNI EN 10025-4</b>				
S 275 M/ML	27 5	3 7 0	2 5 5	3 6 0
S 355 M/ML	35 5	4 7 0	3 3 5	4 5 0
S 420 M/ML	42 0	5 2 0	3 9 0	5 0 0
S 460 M/ML	46 0	5 4 0	4 3 0	5 3 0
<b>UNI EN 10025-5</b>				
S 235 W	23 5	3 6 0	2 1 5	3 4 0
S 355 W	35 5	5 1 0	3 3 5	4 9 0

**I bulloni e i chiodi**

La nuova bulloneria dovrà essere accompagnata da marcatura CE, D.o.P. (Dichiarazione di Prestazione) ai sensi delle norme armonizzate EN 15048/EN 14399, EN 1090-2 e i D.d.t. (dal produttore all'utilizzatore finale);

Per quanto riguarda la viteria acciaio-legno si faccia riferimento a quanto riporta nella norma EN 1995: Progettazione delle strutture in legno.

I bulloni

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

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

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

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016 e UNI 5592 - devono appartenere alle sottoindicate classi della norma UNI EN ISO 898-1, associate nel modo indicato nelle tabelle 18.4 e 18.5.

**Tabella 18.4. Classi di appartenenza di viti e dadi**

Elem ento	Normali			Ad resistenza	alta
Vite	4,6	5,6		8, 8	1 0, 9
Dado	4	5		8	1 0

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

**Tabella 18.5. Tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti**

Class e	4, 6	5,6	6,8		1 0, 9
$f_{yb}$ (N/m m <sup>2</sup> )	2 4 0	300	480		9 0 0
$f_{tb}$ (N/m m <sup>2</sup> )	4 0 0	500	600		1 0 0 0

#### Procedure di controllo su acciai da carpenteria

##### I controlli in stabilimento di produzione

##### La suddivisione dei prodotti

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

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

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

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

#### Le prove di qualificazione

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

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

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

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

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

#### Il controllo continuo della qualità della produzione

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

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

Dai saggi di cui sopra, verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche

chimiche e meccaniche previste dalle norme europee armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1**, rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.

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

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

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

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

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

#### La verifica periodica della qualità

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

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

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

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

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

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

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

Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo

semestre e anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

#### I controlli su singole colate

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.

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

#### I controlli nei centri di trasformazione

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

Si definiscono centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate tutti quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiere in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiere grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati, che però non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici. Per quanto riguarda i materiali soggetti a lavorazione, può farsi utile riferimento, oltre alle norme delle tabelle 18.1 e 18.2, anche alle norme **UNI EN 10326** e **UNI EN 10149** (parti 1, 2 e 3).

Oltre alle prescrizioni applicabili per tutti gli acciai, i centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate devono rispettare le seguenti prescrizioni. Per le lamiere grecate da impiegare in solette composte, il produttore deve effettuare una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza a taglio longitudinale di progetto  $F_{t,Rd}$  della lamiera grecata. La sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'appendice B3 alla norma **UNI EN 1994-1**. Questa sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere eseguite da laboratorio indipendente di riconosciuta competenza. Il rapporto di prova deve essere trasmesso in copia al servizio tecnico centrale e deve essere riprodotto integralmente nel catalogo dei prodotti.

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

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

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

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

#### I centri di prelaborazione di componenti strutturali

Le Nuove norme tecniche definiscono centri di prelaborazione o di servizio quegli impianti che

ricevono dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) e realizzano elementi singoli prelaborati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di produzione che realizzano strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

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

Le officine per la produzione di carpenterie metalliche. Le verifiche del direttore dei lavori

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della

documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che riporterà, nel certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

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

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

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

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

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

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

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

Il servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

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

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

#### I controlli di accettazione in cantiere da parte del direttore dei lavori

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

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

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



### 7.3.2 Materiale composito a matrice polimerica in CFRP

E' previsto l'utilizzo di sistemi preformati in stabilimento ed incollati in sito mediante resine epossidiche.

Si prevede l'utilizzo dei seguenti materiali aventi le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

Nastri in materiale composito a matrice polimerica e fibra di carbonio (CFRP) ad alta resistenza e tenacità:

- Grammatatura 300-320 g/m<sup>2</sup>
- tensione di rottura del nastro  $\geq 3500$  Mpa
- tensione di rottura fibre di carbonio pari a 4700-4900 MPa,
- Densità della fibra  $\approx 1.8$  g/cm<sup>3</sup>
- modulo elastico fibre di carbonio e nastro pari a 240-250 GPa,
- allungamento a rottura fibre di carbonio  $\geq 1,5\%$

Lamina pultrusa in fibra di carbonio ad alta resistenza e tenacità:

- tensione di rottura a trazione della lamina  $\approx 2000$  MPa
- modulo elastico a trazione della lamina  $\geq 130$  GPa
- allungamento a rottura della lamina  $\geq 1,3\%$
- Densità della fibra 1,6 - 1.8 g/cm<sup>3</sup>
- Tensione di rottura a trazione area di fibre 3100-3500 MPa
- Modulo elastico a trazione area di fibre 230-250 GPa
- Allungamento a rottura fibra  $\geq 0.9 \%$
- Larghezza lamina 100mm, Spessore 1,4 mm

Malta per preparazione supporto per successivo incollaggio FRP:

- Malta Epossidica Resistenza a trazione  $\geq 2$  Mpa

Primer di base:

- Prodotto a base di resine epossidiche a bassa viscosità tipo Mapewrap Primer 1 della Mapei, MasterBrace P3500 della Basf

Resina per incollaggio lamine in CFRP:

- Prodotti tixotropico a due componenti a base di resine epossidiche ad elevata adesione tipo Mapewrap 11 della Mapei o Master BraceADH400 della Basf adatto per incollaggi delle lamine pultruse in CFRP;

Resina per incollaggio nastri in CFRP:

- Prodotto bicomponente a base epossidica ad alto contenuto di solidi, di consistenza superfluida tipo Mapewrap 21 della Mapei o Master Brace SAT4500 della Basf, adatto per

l'impregnazione di tessuti in CFRP;

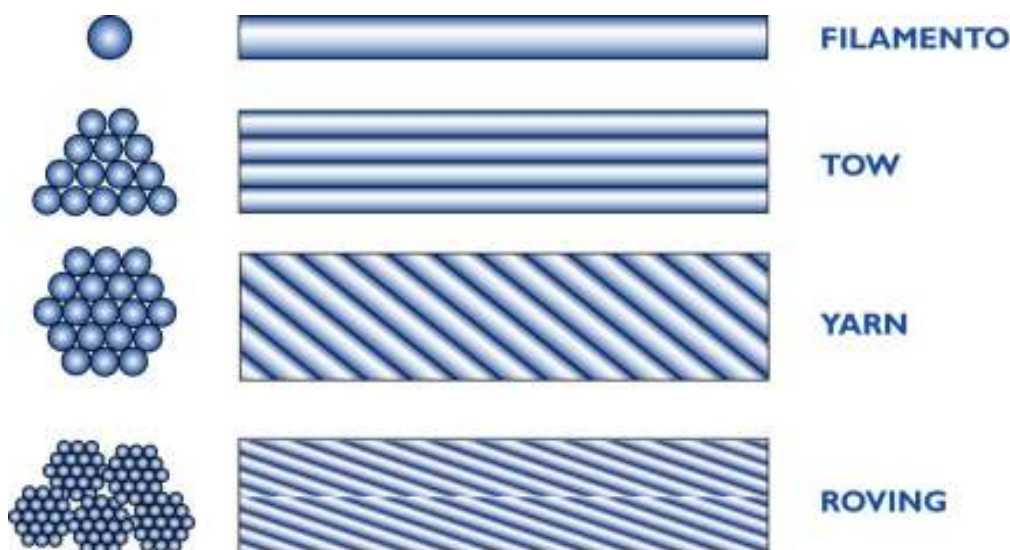
### **Fibre dei compositi FRP**

Le fibre più usate per la produzione di materiali compositi FRP, sono quelle di vetro, di carbonio e le fibre aramidiche. La particolare geometria filiforme, ancorché molto versatile per la realizzazione dei compositi, conferisce a tali materiali caratteristiche di rigidità e di resistenza molto più elevate di quelle possedute dagli stessi materiali quando siano utilizzati in configurazione tridimensionale: ciò è dovuto alla minore densità di difetti che tipicamente compete alla configurazione monodimensionale rispetto a quest'ultima.

#### **Tipi di fibre disponibili in commercio e classificazione**

Le fibre sono costituite da filamenti continui molto sottili e quindi difficili da manipolare singolarmente. Per tale motivo esse sono disponibili commercialmente in varie forme, di cui le più comuni sono (Figura sottostante):

- ▣ **filamento (*monofilament*)**: elemento base con dimensioni di circa 10 µm di diametro;
- ▣ **cavo di filatura (*tow*)**: è il prodotto della macchina di filatura ed è costituito da un fascio formato da un gran numero di filamenti (dell'ordine delle migliaia), praticamente senza torsione, destinato ad essere filato, ritorto o strappato per l'utilizzazione sotto forma di fibra discontinua;
- ▣ **filo o filato (*spun yarn*)**: filo formato da fibre tenute insieme da torsione;
- ▣ **filo assemblato (*roving*)**: fascio costituito da filati assemblati parallelamente e senza torsione intenzionale.



Combinando insieme alcune centinaia di *tows* o *yarns* si ottiene il *tape*, in cui i *tows* o gli *yarns* possono essere semplicemente affiancati oppure cuciti tra loro o fissati su un supporto.

La classificazione delle fibre è mutuata direttamente da quella tradizionalmente utilizzata per le fibre tessili.

I filamenti costituenti i filati sono caratterizzati essenzialmente dalla composizione chimica e dalla massa per unità di lunghezza. L'unità di misura della massa lineare o titolo (massa per unità di lunghezza) secondo la norma ISO 1144:1973(E) è il Tex, equivalente a 1 g per km di fibra. Un'altra unità di misura di massa lineare, ormai obsoleta, è il denaro (*denier*), che equivale a 0.111 Tex.

La designazione tecnica delle fibre di vetro viene effettuata secondo le norme ISO 1139:1973(E) e

ISO 2078:1993(E) e consta dei seguenti elementi:

- una lettera che identifica il tipo di vetro utilizzato;
- una seconda lettera che indica il tipo di fibra utilizzato:
  - C (iniziale di “Continuo”, per i filamenti);
  - D (iniziale di “Discontinuo”, per le fibre discontinue);
- un numero che indica il diametro nominale (in  $\mu\text{m}$ ) del filamento;
- un numero, separato da uno spazio, che indica la massa lineare della fibra in Tex;
- il senso e il valore di torsione (Figura 7-4), espresso in giri/m (opzionale);
- il numero di fili costituenti i ritorti (opzionale);
- un codice del Produttore contenente tutte quelle informazioni, non codificate, ritenute indispensabili per caratterizzare il prodotto (opzionale).

#### Fibre di carbonio

Sono fibre usate per la fabbricazione di compositi ad elevate prestazioni e si distinguono per il loro alto modulo di elasticità normale e per la loro elevata resistenza. Esibiscono un comportamento a rottura intrinsecamente fragile caratterizzato da un assorbimento di energia relativamente modesto, anche se le tensioni di rottura sono elevate.

A confronto con le fibre di vetro e con quelle aramidiche, le fibre di carbonio risultano essere le meno sensibili ai fenomeni di scorrimento viscoso (*creep*) e di fatica e sono contraddistinte da una modesta riduzione della resistenza a lungo termine.

La struttura cristallina della grafite è di tipo esagonale, con gli atomi di carbonio organizzati in strutture essenzialmente planari, tenute insieme da forze trasversali di interazione del tipo Van der Waals, di gran lunga più deboli rispetto a quelle che agiscono tra gli atomi di carbonio nel piano (legami covalenti). Per tale motivo il loro modulo di elasticità normale e la loro resistenza sono estremamente elevati nelle direzioni contenute nei suddetti piani, mentre risultano notevolmente inferiori nella direzione trasversale (comportamento anisotropo).

La struttura delle fibre di carbonio non è completamente cristallina come quella della grafite. Il termine “fibre di grafite” viene tuttavia utilizzato nel linguaggio comune, anche se in modo improprio, per indicare fibre con un contenuto di carbonio maggiore del 99%; il termine “fibre di carbonio” indica, invece, fibre con un contenuto di carbonio variabile tra l’80 ed il 95%.

Il numero di filamenti contenuti nel cavo di filatura (*tow*) può variare da 400 a 160000.

La moderna tecnologia di produzione delle fibre di carbonio si basa essenzialmente sulla pirolisi, cioè la decomposizione termica in assenza di ossigeno di sostanze organiche, dette precursori, tra le quali le più usate sono le fibre di poliacrilonitrile (PAN) e di rayon. Le fibre di PAN vengono dapprima “stabilizzate”, cioè sottoposte ad un trattamento termico a 200-240 °C per 24 h in aria, affinché la loro struttura molecolare subisca un’orientazione preferenziale nella direzione del carico applicato. In seguito subiscono un trattamento di carbonizzazione a 1500 °C in atmosfera inerte, durante il quale la maggior parte degli elementi chimici diversi dal carbonio, presenti nel precursore, sono eliminati. Le fibre carbonizzate possono quindi essere sottoposte ad un trattamento di grafittizzazione in atmosfera inerte a 3000 °C durante il quale la struttura

cristallina delle fibre può svilupparsi completamente, avvicinandosi a quella della grafite pura.

Gli FRP a base di fibre di carbonio si denotano usualmente con l'acronimo CFRP.

Le modalità di trasporto, stoccaggio, conservazione, movimentazione ed utilizzo dei materiali costituenti i sistemi di rinforzo risultano rilevanti per garantirne sia l'inalterabilità delle proprietà fisico-chimiche, che il rispetto delle norme di sicurezza.

#### Trasporto

I costituenti del sistema di rinforzo devono essere confezionati e trasportati in modo opportuno, nel rispetto di eventuali normative vigenti al riguardo.

#### Stoccaggio

Per preservare le proprietà dei materiali costituenti il sistema di rinforzo e garantire il rispetto delle norme di sicurezza, la loro conservazione deve essere conforme alle raccomandazioni del Produttore e/o Fornitore. In particolare, per preservare le proprietà delle fibre e delle resine è opportuno che esse siano conservate sotto idonee condizioni di temperatura (intervallo consigliato 10°-24° C) ed in ambiente sufficientemente asciutto (grado di umidità inferiore al 20%), a meno di differenti specifiche suggerite dal Produttore e/o Fornitore.

Le lamine e gli altri elementi preformati possono subire danneggiamenti a seguito di piegatura o inopportuna sovrapposizione.

Lo stoccaggio di alcuni costituenti, quali ad esempio gli agenti reticolanti reattivi, gli iniziatori, i catalizzatori, i solventi per la pulizia delle superfici, ecc., richiede l'adozione di specifici accorgimenti che devono essere conformi alle modalità suggerite dal Produttore e/o Fornitore ed a quelle prescritte da eventuali normative vigenti al riguardo. In particolare, catalizzatori ed iniziatori (generalmente perossidi) devono essere immagazzinati separatamente dagli altri reagenti per evitare un accidentale contatto ed il conseguente innesco della reazione di reticolazione.

#### Conservazione

Le proprietà delle resine non reticolate possono mutare nel tempo e, soprattutto, possono risentire delle condizioni di umidità e temperatura. Queste ultime possono influire anche sulla reattività della miscela e sulle proprietà della resina reticolata. Il Fornitore è tenuto ad indicare il tempo di stoccaggio (tempo di banco) entro cui le proprietà dei materiali a base di resine termoindurenti si conservano inalterate. Qualsiasi costituente che abbia superato il tempo di banco o che abbia subito un deterioramento o una contaminazione non deve essere adoperato. Tutti i costituenti ritenuti inutilizzabili devono essere dismessi secondo quanto specificato dal Fornitore nonché secondo quanto prescritto dalle normative vigenti in materia di salvaguardia ambientale.

#### Movimentazione

Il Produttore e/o Fornitore è tenuto a fornire per i prodotti immessi sul mercato le competenti schede tecniche riportanti le informazioni relative alla sicurezza (MSDS – *Materials Safety Data Sheet*).

#### Utilizzo

Si rileva che le sostanze utilizzate in combinazione con le resine termoindurenti sono in genere agenti indurenti, reticolanti, iniziatori (perossidi), isocianati e riempitivi. Tra i potenziali pericoli, connessi al loro utilizzo, si citano:

- irritazioni e sensibilizzazione della pelle;

- inalazione di vapori di solventi, diluenti e monomeri;
- rischio di incendio o esplosione per effetto di elevate concentrazioni nell'aria di sostanze infiammabili o per contatto con fiamme o scintille (sigarette incluse);
- reazioni esotermiche tra i reagenti, che possono essere causa di incendi o incidenti a persone;
- presenza di polveri derivanti dalla lavorazione o dalla movimentazione di compositi fibrorinforzati.

È necessario assumere le opportune precauzioni quando si lavori con i suddetti prodotti. I rischi potenziali associati al loro utilizzo richiede che tutti gli operatori leggano attentamente le etichette e gli MSDS al fine di evitare spiacevoli incidenti.

Per maneggiare fibre e resine si consiglia l'uso di guanti monouso, nonché di vestiti o tute da lavoro. I guanti, di gomma o di plastica, devono essere resistenti ai solventi. Inoltre, quando si lavori con i solventi o con i componenti delle resine, si devono indossare occhiali di protezione. Infine, in presenza di frammenti di fibre, polvere o vapori di solventi, o mentre si miscelano e si stendono le resine, è necessario ricorrere a protezioni respiratorie, come richiesto specificamente dai Fornitori. Il luogo di lavoro deve risultare sempre adeguatamente ventilato.

#### **Resine epossidiche e primer di primo stato**

Il prodotto devono rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-4. Si riporta di seguito a titolo di esempio le caratteristiche di una resina presente in commercio per l'incollaggio rispettivamente di tessuti/nastri e di lamine pultruse.

L'applicazione delle resine deve rispettare meticolosamente quanto riportato e prescritto nella scheda tecnica di prodotto ovvero nella scheda di sicurezza.

Requisiti	Limiti di accettazione della EN 1504	Prestazione
Modulo di elasticità in flessione - EN ISO 178	>2 000 N/mm <sup>2</sup>	2200 MPa
Resistenza al taglio - EN 12188	>12 N/mm <sup>2</sup>	95 MPa
Tempo aperto, EN 12189	-	60 min
Tempo di lavorabilità - EN ISO 9514	-	70 min
Resistenza a compressione	-	90 MPa
Modulo di elasticità in compressione, EN 13412	>2 000 N/mm <sup>2</sup>	2800 MPa
Temperatura di transizione vetrosa , EN 12614	>40 °C	54.9°C
Coefficiente di espansione termica - EN 1770	<100 × 10 <sup>-6</sup> per °C	0.675 x 10 <sup>-6</sup> per °C
Ritiro totale per agenti adesivi strutturali - EN 12617-1	<0,1%	0.09%
Aderenza - EN 12188	a 50° > 50 MPa a 60° > 60 MPa a 70° > 70 MPa	a 50° > 100 MPa a 60° > 110 MPa a 70° > 120 MPa
Durabilità (temperatura e umidità), EN 13733		
CICLI TERMICI Cls fresc – cls indurito Cls indurito – cls indurito	-	4.80 MPa 4.90 MPa
CICLI UMIDITA' Cls fresc – cls indurito Cls indurito – cls indurito		4.60 MPa 5.10 MPa
Adesione per trazione, UNI EN 1542	-	3.5 MPa
Adesione cls-cls, UNI EN 12636	-	12 MPa
Adesione acciaio-acciaio, UNI EN 12188	-	17 MPa
Adesione acciaio-cls, UNI EN 12188	-	5.5 MPa

Figura 1. Caratteristiche Primer di base



Requisiti	Limiti di accettazione della EN 1504	Prestazione
Modulo di elasticità in flessione - EN ISO 178	$>2\ 000\ \text{N/mm}^2$	2200 MPa
Resistenza al taglio - EN 12188	$>12\ \text{N/mm}^2$	95 MPa
Tempo aperto, EN 12189	-	60 min
Tempo di lavorabilità - EN ISO 9514	-	70 min
Resistenza a compressione	-	90 MPa
Modulo di elasticità in compressione, EN 13412	$>2\ 000\ \text{N/mm}^2$	2800 MPa
Temperatura di transizione vetrosa, EN 12614	$>40\ ^\circ\text{C}$	54.9°C
Coefficiente di espansione termica - EN 1770	$<100 \times 10^{-6}\ \text{per } ^\circ\text{C}$	$0.675 \times 10^{-6}\ \text{per } ^\circ\text{C}$
Ritiro totale per agenti adesivi strutturali - EN 12617-1	$<0,1\%$	0.09%
Aderenza - EN 12188	a 50° $> 50\ \text{MPa}$ a 60° $> 60\ \text{MPa}$ a 70° $> 70\ \text{MPa}$	a 50° $> 100\ \text{MPa}$ a 60° $> 110\ \text{MPa}$ a 70° $> 120\ \text{MPa}$
Durabilità (temperatura e umidità), EN 13733  CICLI TERMICI Cls fresc – cls indurito Cls indurito – cls indurito  CICLI UMIDITA' Cls fresc – cls indurito Cls indurito – cls indurito	-	4.80 MPa 4.90 MPa  4.60 MPa 5.10 MPa
Adesione per trazione, UNI EN 1542	-	3.5 MPa
Adesione cls-cls, UNI EN 12636	-	12 MPa
Adesione acciaio-acciaio, UNI EN 12188	-	17 MPa
Adesione acciaio-cls, UNI EN 12188	-	5.5 MPa

Figura 2. Caratteristiche Resina per nastri in CFRP

Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
Densità (20°C):	-	1,7 g/cm <sup>3</sup>
Spessore applicabile	-	1-3 mm
Pot life a 25°C	-	aprox. 90 minuti
Temperatura di applicazione	-	de +5 a +30°C
Adesione su cls	UNI-EN 1542	>2.0 MPa (rottura del cls)
Adesione per trazione: (acciaio - acciaio)	UNI-EN 12188	>16 MPa
Adesione per trazione: (acciaio - cls)	UNI-EN 12188	>5.4 MPa (rottura del cls)
Adesione per trazione: (cls - cls)	UNI-EN 12636	> 12 MPa (rottura del cls)
Resistenza a taglio obliquo:	UNI-EN 12188	50° : > 78 MPa 60° : > 86 MPa 70° : > 106 MPa
Resistenza al taglio	UNI-EN 12188	> 70 MPa
Resistenza a compressione	UNI-EN 12190	> 73 MPa
Modulo E (compressione):	UNI-EN 13412	8700 MPa
Modulo E (flessione):	UNI-EN ISO 178	4260 MPa
Temperatura di transizione vetrosa Tg:	EN 12614	72,9 °C
Absorción Karsten	-	0
Coefficiente di dilatazione termica:	UNI-EN 1770:1999	0,45*10 <sup>-6</sup> °K <sup>-1</sup>
Durabilità con cicli termici:	EN 13733	
Calcestruzzo fresco - calcestruzzo indurito		> 8.50 MPa
Calcestruzzo indurito- calcestruzzo indurito		> 11.50 MPa
Durabilità con cicli umidi:		
Calcestruzzo fresco - calcestruzzo indurito		> 6.00 MPa
Calcestruzzo indurito- calcestruzzo indurito		> 8.50 MPa

Figura 3. Caratteristiche Resina per lamine in CFRP

### 7.3.3 Calcestruzzo armato

#### 7.3.3.1 Componenti del calcestruzzo

##### 7.3.3.1.1 Leganti per opere strutturali

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) a una norma armonizzata della serie **UNI EN 197** ovvero a uno specifico benessere tecnico europeo (ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

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

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

#### Fornitura

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere



dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

#### Marchio di conformità

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

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

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

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

Classe	Resistenza alla compressione (N/mm <sup>2</sup> )				Tempo inizi o presa (min)	Espansione (mm)
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni			
	2 giorni	7 giorni				
32,5	-	> 16	≥ 32,5	≥ 52,5	≥ 60	≤ 10
32,5 R	> 10	-				
4,25	> 10	-	≥ 42,5	≥ 62,5		
4,25 R	> 20	-				
52,5	> 20	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52,5 R	> 30	-				

Tabella 15.2. Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti <sup>1</sup>
-----------	---------------	-----------------	----------------------	------------------------

Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I - CEM III	Tutte classi	≤ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I - CEM III	Tutte classi	≤ 5,0%
Solfati come (SO <sub>3</sub> )	EN 196-2	CEM I CEM II <sup>2</sup> CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	≤ 3,5%
			42,5 R 52,5 52,5 R	≤ 4,0%
		CEM III <sup>3</sup>	Tutte classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi <sup>4</sup>	Tutte classi	≤ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte classi	Esito positivo della prova
<sup>1</sup> I requisiti sono espressi come percentuale in massa. <sup>2</sup> Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T, che può contenere fino al 4,5% di SO <sub>3</sub> , per tutte le classi di resistenza. <sup>3</sup> Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO <sub>3</sub> . <sup>4</sup> Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri, ma, in tal caso, si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.				

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

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
Limite inferiore di resistenza (N/mm²)	2 giorni						
	7 giorni						
	28 giorni						
Tempo di inizio presa - Limite inferiore (min)		45			40		
Stabilità (mm) - Limite superiore		11					
Contenuto di SO3 (%) - Limite superiore	Tipo I Tipo II¹ Tipo IV Tipo V	4,0			4,5		

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

#### Metodi di prova

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**UNI EN 197-1** - Cemento. Parte 1. Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni;

**UNI EN 197-2** - Cemento. Parte 2. Valutazione della conformità;

**UNI EN 197-4** - Cemento. Parte 4. Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi d'altoforno con bassa resistenza iniziale;

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

**UNI EN 413-1** - Cemento da muratura. Parte 1. Composizione, specifiche e criteri di conformità;

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

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

#### Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata **UNI EN 12620** e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata **UNI EN 13055-1**.

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

**Tabella 15.4. Limiti di impiego degli aggregati grossi provenienti da riciclo**

Origine del materiale da riciclo	Classe calcestruzzo del	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo	≤ C30/37	≤ 30%

armato		
	$\leq C20/25$	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55)	$\leq C45/55$ Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 15% fino al 5%

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

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

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

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

#### Sistema di attestazione della conformità

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato nella tabella 15.5.

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

**Tabella 15.5. Sistema di attestazione della conformità degli aggregati**

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

#### Marcatura CE

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE sono riportati nella tabella 15.6.

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

**Tabella 15.6. Aggregati che devono riportare la marcatura CE**

Impiego aggregato	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	UNI EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	UNI EN 13043
Aggregati leggeri. Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiacca	UNI EN 13055-

	1
Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone). Parte 1	UNI EN 13383- 1
Aggregati per malte	UNI EN 13139
Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	UNI EN 13242
Aggregati per massicciate ferroviarie	UNI EN 13450

#### Controlli d'accettazione

I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella 15.7, insieme ai relativi metodi di prova.

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

**Tabella 15.7. Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale**

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

#### Sabbia

Fermo restando le considerazioni dei paragrafi precedenti, la sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose e avere dimensione massima dei grani di 2 mm, per murature in genere, e di 1 mm, per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

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

#### Verifiche sulla qualità

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

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

Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di impiego; diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche

del materiale e, in particolare, la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

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

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 15.7, può fare riferimento anche alle seguenti norme:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**UNI EN 13139** - *Aggregati per malta.*

#### Norme di riferimento per gli aggregati leggeri

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 15.7, potrà far riferimento anche alle seguenti norme:

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

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

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

#### Aggiunte

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

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

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

#### Ceneri volanti

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali

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

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

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

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

#### Norme di riferimento

**UNI EN 450-1** - *Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità;*

**UNI EN 450-2** - *Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità;*

**UNI EN 451-1** - *Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;*

**UNI EN 451-2** - *Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante staccatura umida.*

#### Microsilice

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

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

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

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

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

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

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

#### Norme di riferimento

**UNI 8981-8** - *Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo. Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice;*

**UNI EN 13263-1** - *Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità;*

**UNI EN 13263-2** - *Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità.*

#### Additivi

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

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;



- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

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

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

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

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

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

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

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

#### Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido, hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri, tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

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

#### Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28 giorni e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

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

#### Additivi antigelo



Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'uso, dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

#### Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

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

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma **UNI 8020**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di essudamento prevista dalla norma **UNI 7122**.

#### Additivi aeranti

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma **UNI EN 12350-7**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- prova di resistenza al gelo secondo la norma **UNI 7087**;
- prova di essudamento secondo la norma **UNI 7122**.

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

#### Norme di riferimento

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

- UNI 7110** - Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata e in acqua satura di calce;
- UNI 10765** - Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità;
- UNI EN 480** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo;
- UNI EN 480-5** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 5: Determinazione dell'assorbimento capillare;
- UNI EN 480-6** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 6: Analisi all'infrarosso;
- UNI EN 480-8** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale;
- UNI EN 480-10** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua;
- UNI EN 480-11** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 11: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di aria nel calcestruzzo indurito;
- UNI EN 480-12** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 12: Determinazione del contenuto di alcali negli additivi;
- UNI EN 480-13** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 13: Malta da muratura di riferimento per le prove sugli additivi per malta;
- UNI EN 480-14** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 14: Determinazione dell'effetto sulla tendenza alla corrosione dell'acciaio di armatura mediante prova elettrochimica potenziostatica;
- UNI EN 934-1** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 1. Requisiti comuni;
- UNI EN 934-2** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
- UNI EN 934-3** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 3. Additivi per malte per opere murarie. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
- UNI EN 934-4** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 4. Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
- UNI EN 934-5** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5. Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;
- UNI EN 934-6** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6. Campionamento, controllo e valutazione della conformità.

#### Agenti espansivi

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica sia indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

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

#### Norme di riferimento

- UNI 8146** - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;
- UNI 8147** - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;
- UNI 8148** - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo;
- UNI 8149** - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.

**Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo**

Gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alle norme comprese tra **UNI 8656** e **UNI 8660**. L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

**Norme di riferimento**

**UNI 8656** - *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;*

**UNI 8657** - *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;*

**UNI 8658** - *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;*

**UNI 8659** - *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;*

**UNI 8660** - *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.*

**Prodotti disarmanti**

Come disarmanti per le strutture in cemento armato, è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.

Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma **UNI 8866** (parti 1 e 2), per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, specie se a faccia vista.

**Acqua di impasto**

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

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

È vietato l'impiego di acqua di mare.

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

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

**Tabella 15.8. Acqua di impasto**

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	Da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati	Analisi chimica	SO <sub>4</sub> minore 800 mg/l
Contenuto cloruri	Analisi chimica	Cl minore 300 mg/l
Contenuto acido solfidrico	Analisi chimica	minore 50 mg/l
Contenuto totale di sali minerali	Analisi chimica	minore 3000 mg/l
Contenuto di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/l
Contenuto di sostanze solide sospese	Analisi chimica	minore 2000 mg/l

Classi di resistenza del conglomerato cementizio

#### Classi di resistenza

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nella norma **UNI EN 206-1** e nella norma **UNI 11104**.

Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza riportate in tabella 15.9.

**Tabella 15.9. Classi di resistenza**

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

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella tabella 15.10, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

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

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

**Tabella 15.10. Impiego delle diverse classi di resistenza**

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

#### Costruzioni di altri materiali

I materiali non tradizionali o non trattati nelle Norme tecniche per le costruzioni potranno essere utilizzati per la realizzazione di elementi strutturali o opere, previa autorizzazione del servizio tecnico centrale su parere del Consiglio superiore dei lavori pubblici, autorizzazione che riguarderà l'utilizzo del materiale nelle specifiche tipologie strutturali proposte sulla base di procedure definite dal servizio tecnico centrale.

Si intende qui riferirsi a materiali quali calcestruzzi di classe di resistenza superiore a C70/85, calcestruzzi fibrorinforzati, acciai da costruzione non previsti nel paragrafo 4.2 delle Norme tecniche per le costruzioni, leghe di alluminio, leghe di rame, travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante, materiali polimerici fibrorinforzati, pannelli con poliuretano o polistirolo collaborante, materiali murari non tradizionali, vetro strutturale, materiali diversi dall'acciaio con funzione di armatura da cemento armato.

Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere eseguiti dal Direttore dei Lavori dovranno essere eseguiti secondo il paragrafo 11.2.5 delle NTC '08 secondo i controlli di accettazione di tipo A o di tipo B in funzione delle quantità di miscela omogenea.

**Il controllo di tipo A** è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup>. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il **controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B)**. Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di calcestruzzo.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m<sup>3</sup>.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla

normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). In questo caso la resistenza minima di prelievo R1 dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%.

Per calcestruzzi con coefficiente di variazione ( $s / R_m$ ) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al §11.2.6.

Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

#### 7.3.3.2 Acciaio per cemento armato

Le forme di controllo obbligatorie

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

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

A tale riguardo si definiscono:

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

La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati

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

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

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

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

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

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

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

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

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

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

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

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

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

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

Svezia	
Portogallo, Spagna	7
Grecia	8
Altri	9

## IDENTIFICAZIONE DEL PRODUTTORE

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

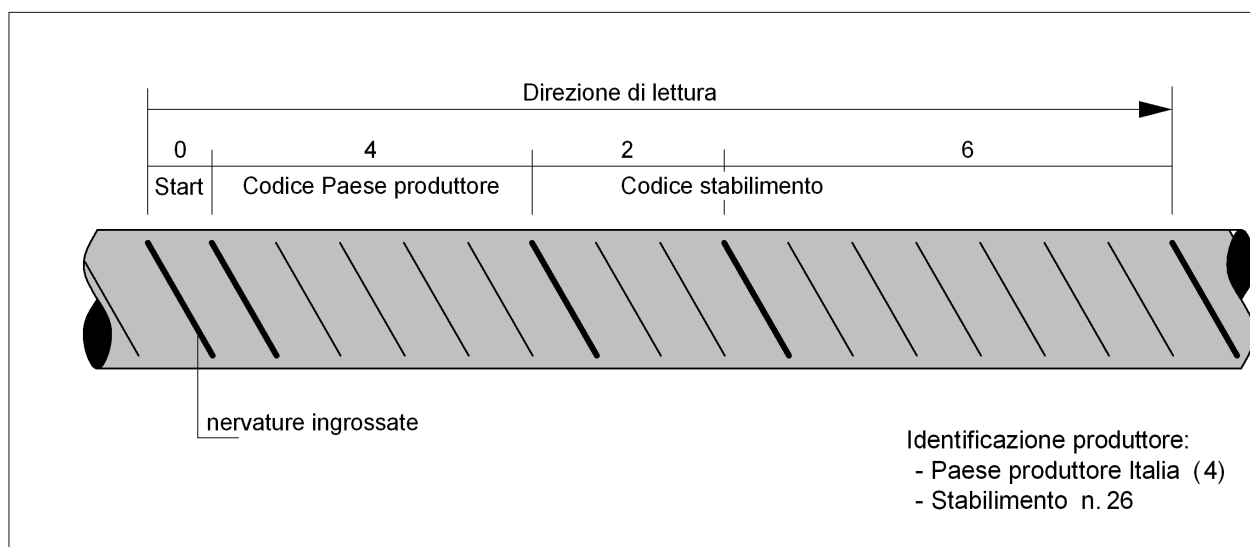


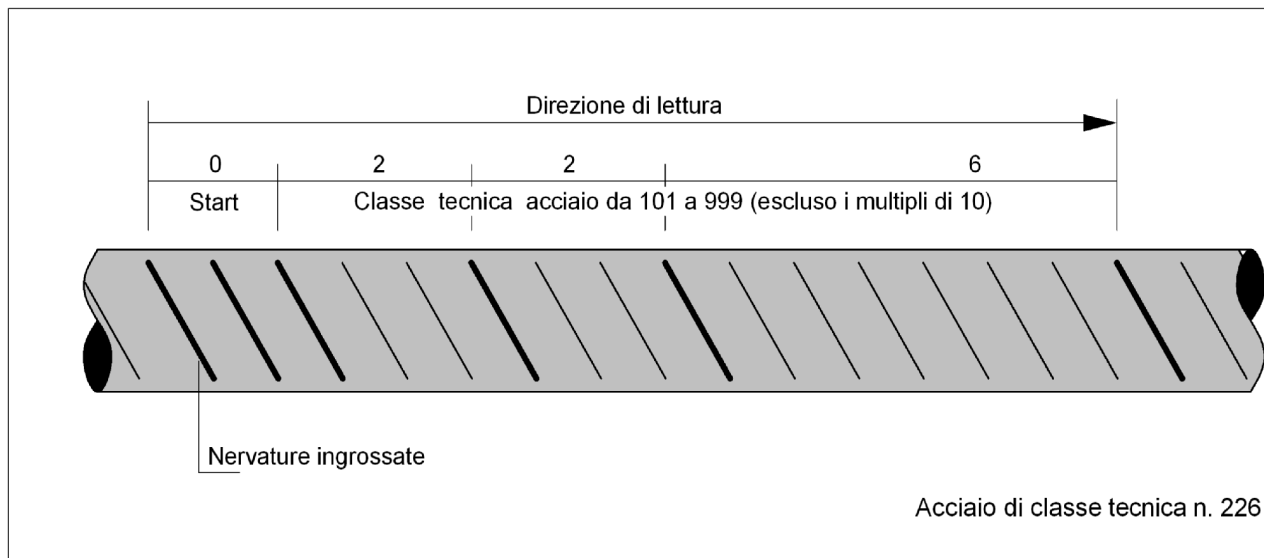
Figura 16.1

## Identificazione del produttore

## IDENTIFICAZIONE DELLA CLASSE TECNICA

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





**Figura 16.2**

**Identificazione della classe tecnica**

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

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

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

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

Conservazione della documentazione d'accompagnamento

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

Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento sia in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.



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

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

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

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

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

#### Centri di trasformazione

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

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

#### Rintracciabilità dei prodotti

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

#### Documentazione di accompagnamento e verifiche del direttore dei lavori

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

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

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

#### I tipi d'acciaio per cemento armato

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

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

**Tabella 16.2. Tipi di acciai per cemento armato**

Tipi di acciaio per cemento armato previsti	Tipi di acciaio previsti dal D.M. 14 gennaio
---------------------------------------------	----------------------------------------------

dalle norme precedenti	2008 (saldabili e ad aderenza migliorata)
FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce)	B450C ( $6 \leq \varnothing \leq 50$ mm)
FeB38k e FeB44k (barre tonde nervate)	B450A ( $5 \leq \varnothing \leq 12$ mm)

L'acciaio per cemento armato B450C

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

-  $f_{y\ nom}$ : 450 N/mm<sup>2</sup>;

-  $f_{t\ nom}$ : 540 N/mm<sup>2</sup>.

e deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 16.3.

**Tabella 16.3. Acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C**

Caratteristiche	Requisiti	Frat tile (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15 \leq 1,35$	10,0
$(f_t/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche	$\varnothing < 12$ mm	4 $\varnothing$
	$12 \leq \varnothing \leq 16$ mm	5 $\varnothing$
	per $16 < \varnothing \leq 25$ mm	8 $\varnothing$
	per $25 < \varnothing \leq 50$ mm	10 $\varnothing$

L'accertamento delle proprietà meccaniche

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

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

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

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

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire  $f_y$ , con  $f_{0.2}$ .

#### LA PROVA DI PIEGAMENTO

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

#### LA PROVA DI TRAZIONE

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma **UNI EN ISO 15630-1**. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.

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

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

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

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

dove

$A_g$  è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo  $F_m$

$R_m$  è la resistenza a trazione (N/mm<sup>2</sup>).

La misura di  $A_g$  deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm a una distanza  $r_2$  di almeno 50 mm o  $2d$  (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza  $r_1$  fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm o  $d$  (il più grande dei due).

La norma **UNI EN 15630-1** stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

#### Le caratteristiche dimensionali e di impiego

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

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

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

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

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

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

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

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

Acciaio in barre	Diametro $\varnothing$ (mm)
B450C	$6 \leq \varnothing \leq 40$
B450A	$5 \leq \varnothing \leq 10$

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

Acciaio in rotoli	Diametro $\varnothing$ (mm)
B450C	$6 \leq \varnothing \leq 16$
B450A	$5 \leq \varnothing \leq 10$

La sagomatura e l'impiego

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

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

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

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

Le reti e i tralicci elettrosaldati

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

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

Per le reti e i tralicci in acciaio (B450C o B450A), gli elementi base devono avere diametro  $\varnothing$  come riportato nella tabella 16.7.

Tabella 16.7. Diametro  $\varnothing$  degli elementi base per le reti e i tralicci in acciaio B450C e B450A

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

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

I nodi delle reti devono resistere a una forza di distacco determinata in accordo con la norma **UNI EN ISO 15630-2** pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm<sup>2</sup>. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci, è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

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

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio.

LA MARCHIATURA DI IDENTIFICAZIONE

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

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

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

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

La saldabilità

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

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

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

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

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

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

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

Le tolleranze dimensionali

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

**Tabella 16.9. Deviazione ammissibile per la massa nominale**

Diametro nominale (mm)	5 ≤ Ø ≤ 8	8 < Ø ≤ 40
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	±6	±4,5

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

#### I controlli sistematici

Le prove di qualificazione e di verifica periodica, di cui ai successivi punti, devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

#### Le prove di qualificazione

Il laboratorio ufficiale prove incaricato deve effettuare, senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 75 saggi, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzione, 25 per ogni colata o lotto di produzione, scelti su tre diversi diametri opportunamente differenziati, nell'ambito della gamma prodotta.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sui campioni devono essere determinati, a cura del laboratorio ufficiale incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e rottura  $f_y$  e  $f_t$ , l'allungamento  $A_{gt}$  ed effettuate le prove di piegamento.

#### Le prove periodiche di verifica della qualità

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

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio ufficiale deve effettuare le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e di rottura vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono quindi utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo  $n = 25$ ).

Se i valori caratteristici riscontrati risultano inferiori ai minimi per gli acciai B450C e B450A, il laboratorio incaricato deve darne comunicazione al servizio tecnico centrale e ripetere le prove di qualificazione solo dopo che il produttore ha eliminato le cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

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

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

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

**Tabella 16.10. Verifica di qualità per ciascuno dei gruppi di diametri**

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

**Tabella 16.11. Verifica di qualità non per gruppi di diametri**

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

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

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

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

#### La facoltatività dei controlli su singole colate o lotti di produzione

I produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale prove. Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale.

I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero  $n$  di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettuano le prove di verifica di qualità per gli acciai in barre, reti e tralicci elettrosaldati.

Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura devono essere calcolate con le espressioni per i controlli sistematici in stabilimento per gli acciai in barre e rotoli, nelle quali  $n$  è il numero dei saggi prelevati dalla colata.

#### I controlli nei centri di trasformazione

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### I controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di num. 3 diversi diametri scelto entro ciascun lotto di spedizione, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

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

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

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

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



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

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

**Tabella 16.12. Valori di resistenza e di allungamento accettabili**

Caratteristica	Valore limite	Note
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 - 25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	$[450 \cdot (1,25 + 0,02)]$ N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	$\geq 6,0\%$	Per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	$\geq 2,0\%$	Per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	Per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1,03$	Per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti

#### Il prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove

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

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

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

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

#### 7.3.3.3 Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo

*Calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato*

##### Studio e accettazione della composizione del calcestruzzo

L'impresa, a seguito dello studio di composizione del calcestruzzo effettuato in laboratorio ufficiale sulla base delle prescrizioni progettuali, indicherà alla direzione dei lavori i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su una o più combinazioni di materiali granulari lapidei utilizzabili per il lavoro in questione, specificando in modo preciso la provenienza e granulometria di ogni singola pezzatura.

Per ogni combinazione provata, verrà indicata dall'impresa la granulometria, la quantità d'acqua utilizzata, il rapporto acqua/cemento (a/c) in condizioni sature superficie asciutta, il tipo e dosaggio del cemento, il contenuto percentuale di aria inclusa, la lavorabilità e la relativa perdita nel tempo della medesima (almeno fino a due ore dal confezionamento), nonché le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.

Una volta definita la formulazione della miscela, le prove di accettazione della miscela stessa dovranno essere eseguite



presso un laboratorio ufficiale con i materiali componenti effettivamente usati in cantiere, tenendo conto dei procedimenti di impasto e di vibrazione adottati nello studio, i quali a loro volta avranno preso in considerazione le procedure di impasto e posa in opera adottati in cantiere. Per motivi di rapidità, le verifiche potranno essere svolte dalla direzione dei lavori direttamente in cantiere. In questo caso, dovrà essere assicurata da parte dell'impresa la massima collaborazione. L'accettazione della miscela stessa avvenuta sulla base dei valori delle resistenze meccaniche a 2, 3 e 28 giorni di maturazione, determinate su provini di forma cubica, prismatica (travetti e spezzoni) e cilindrica, dovrà essere convalidata dalle prove allo stato fresco e indurito eseguite, sempre da un laboratorio ufficiale, sul calcestruzzo prelevato durante la prova di impianto, nonché su carote prelevate dall'eventuale getto di prova.

A giudizio della direzione dei lavori, qualora l'impianto di confezionamento e l'attrezzatura di posa in opera siano stati già utilizzati con risultati soddisfacenti in altri lavori dello stesso committente, l'accettazione della miscela potrà avvenire sulla base dei risultati del solo studio di laboratorio.

Nel caso in cui le prove sul prodotto finito diano risultato negativo, fatto salvo il buon funzionamento dell'impianto di confezionamento e delle apparecchiature di posa in opera e della loro rispondenza alle caratteristiche e ai limiti di tolleranza imposti, l'impresa provvederà a suo carico a studiare una nuova miscela e a modificarla fino a che il prodotto finito non risponda alle caratteristiche prescritte. La direzione dei lavori dovrà controllare attraverso il laboratorio ufficiale i risultati presentati.

Non appena confermata, con controlli eseguiti sul prodotto finito, la validità delle prove di laboratorio eseguite in fase di studio della miscela, la composizione del calcestruzzo diverrà definitiva.

Qualora per cause impreviste si debba variare la composizione della miscela, l'impresa, previa autorizzazione della direzione dei lavori, dovrà effettuare un nuovo studio da sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori stessa, seguendo le modalità sopraindicate.

L'impresa dovrà in seguito assicurare i necessari controlli sul calcestruzzo allo stato fresco e indurito, affinché venga rispettata la composizione accettata e le caratteristiche fisiche e di resistenza meccanica. Le prove e i controlli saranno completamente a carico dell'impresa, la quale dovrà provvedere anche all'attrezzatura di un laboratorio idoneo a eseguire le prove ritenute necessarie dalla direzione dei lavori.

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

#### Composizione granulometrica

La composizione dovrà essere realizzata con non meno di quattro distinte pezzature di aggregati in presenza di due tipologie di sabbia. La composizione granulometrica risultante di queste ultime potrà essere composta dalla miscela di due o più sabbie, nel caso non fosse possibile reperire un'unica sabbia di composizione idonea, senza che ciò possa dar luogo a richieste di compenso addizionale.

L'assortimento granulometrico risultante sarà ottenuto variando le percentuali di utilizzo delle frazioni granulometriche componenti, in modo da ottenere un combinato contenuto tra la curva Bolomey e quella di Fuller, calcolate tra l'altro in funzione del diametro massimo che non dovrà superare i ..... mm per i condizionamenti delle dimensioni dei tralicci di armatura.

Una volta accettata dalla direzione dei lavori una determinata composizione granulometrica, l'impresa dovrà attenersi rigorosamente a essa per tutta la durata del lavoro.

Non saranno ammesse variazioni di composizione granulometrica eccedenti in più o in meno il 5% in massa dei valori della curva granulometrica prescelta per l'aggregato grosso e variazioni eccedenti in più o in meno il 3% per l'aggregato fine.

Si precisa che le formule di composizione dovranno sempre riferirsi, come già detto, ad aggregati saturi a superficie asciutta. Pertanto, si dovranno apportare, nelle dosature previste dalla formulazione della miscela e riferentesi ad aggregati saturi a superficie asciutta, le correzioni richieste dal grado di umidità attuale degli aggregati stessi, funzione dell'acqua assorbita per saturarli e assorbita per bagnarli.

#### Contenuto di cemento

Il contenuto minimo del cemento sarà di 300 kg/m<sup>3</sup> di calcestruzzo vibrato in opera. Una volta stabilito attraverso lo studio della miscela il contenuto da adottare, questo dovrà mantenersi nel campo di tolleranza del  $\pm 3\%$  della quantità prevista.

#### Contenuto di acqua di impasto

Il contenuto di acqua di impasto del calcestruzzo verrà definito, in maniera sia ponderale sia volumetrica, con la tolleranza del  $\pm 10\%$  (intervallo riferito al contenuto medio di acqua in l/m<sup>3</sup>). Il valore del contenuto da rispettare sarà

quello determinato in laboratorio al momento dello studio di formulazione e approvato dalla direzione dei lavori.

L'impresa fisserà in conseguenza le quantità d'acqua da aggiungere alla miscela secca nel mescolatore, tenuto conto dell'acqua inclusa assorbita e adsorbita nei materiali granulari e delle perdite per evaporazione durante il trasporto.

Il contenuto di acqua di impasto, tenendo anche conto dell'eventuale aggiunta di additivi fluidificanti, superfluidificanti e di nuova generazione, dovrà essere il minimo sufficiente a conferire all'impasto la lavorabilità specificata compatibilmente con il raggiungimento delle resistenze prescritte, in modo da realizzare un calcestruzzo compatto, evitando al tempo stesso la formazione di uno strato d'acqua libera o di malta liquida sulla superficie degli impasti dopo la vibrazione.

Per realizzare le esigenze sopra citate, il rapporto acqua/cemento, che non dovrà superare il valore di 0.60.

Il valore ottimo della consistenza, a cui attenersi durante la produzione del calcestruzzo, verrà scelto in funzione delle caratteristiche della macchina a casseforme scorrevoli, eventualmente dopo aver eseguito una strisciata di prova.

#### Contenuto d'aria inglobata

La percentuale di additivo aerante necessaria a ottenere nel calcestruzzo la giusta percentuale di aria inglobata sarà fissata durante lo studio dell'impasto ed eventualmente modificata dopo la stesa di prova; l'aria intrappolata deve essere:  $1.5 + 4\%$ .

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

#### Resistenze meccaniche

La formulazione prescelta per il calcestruzzo dovrà essere tale da garantire i valori minimi di resistenza meccanica previsti da progetto, rispettivamente su provini cubici o cilindrici confezionati e maturati con le modalità di cui alle norme **UNI EN 12390-1**, **UNI EN 12390-2** e **UNI EN 12390-3**.

La resistenza a trazione per flessione verrà determinata con prove eseguite su provini di forma prismatica con le modalità di cui alla norma **UNI EN 12390-5**. Nella fase di studio della formulazione del calcestruzzo, i valori di resistenza da confrontare con quelli minimi richiesti dovranno risultare dalla media di non meno di tre provini distinti, i cui singoli valori non dovranno scostarsi dalla media di più del 10%. Tale media verrà calcolata ponderalmente attribuendo il coefficiente 2 al risultato intermedio.

La resistenza a trazione indiretta verrà determinata su provini di forma cilindrica con prove eseguite con modalità di cui alla norma **UNI EN 12390-6**. I valori della resistenza a rottura determinati sui tre tipi di provini anzidetti saranno considerati validi se non inferiori ai valori richiesti.

*Confezione, trasporto e posa in opera del calcestruzzo per strutture in calcestruzzo semplice e armato*

#### Attrezzatura di cantiere

Prima dell'inizio del lavoro, l'impresa dovrà sottoporre alla direzione dei lavori l'elenco e la descrizione dettagliata delle attrezzature che intende impiegare per il confezionamento del calcestruzzo; queste dovranno essere di potenzialità proporzionata all'entità e alla durata del lavoro e dovranno essere armonicamente proporzionate in tutti i loro componenti in modo da assicurare la continuità del ciclo lavorativo.

L'impianto di confezionamento del calcestruzzo dovrà essere fisso e di tipo approvato dalla direzione dei lavori. L'organizzazione preposta a detti impianti dovrà comprendere tutte le persone e le professionalità necessarie per assicurare la costanza di qualità dei prodotti confezionati.

I predosatori dovranno essere in numero sufficiente a permettere le selezioni di pezzature necessarie.

Il mescolatore dovrà essere di tipo e capacità approvate dalla direzione dei lavori e dovrà essere atto a produrre calcestruzzo uniforme e a scaricarlo senza che avvenga segregazione apprezzabile. In particolare, dovrà essere controllata l'usura delle lame, che verranno sostituite allorché quest'ultima superi il valore di 2 cm. All'interno del mescolatore si dovrà anche controllare giornalmente, prima dell'inizio del lavoro, che non siano presenti incrostazioni di calcestruzzo indurito.

#### Confezione del calcestruzzo

La dosatura dei materiali per il confezionamento del calcestruzzo nei rapporti definiti con lo studio di progetto e la sua accettazione da parte della direzione dei lavori, dovrà essere fatta con impianti interamente automatici, esclusivamente a massa, con bilance del tipo a quadrante, di agevole lettura e con registrazione delle masse di ogni bilancia. A spese dell'impresa andrà effettuata la verifica della taratura prima dell'inizio dei lavori e con cadenza settimanale, nonché ogni qualvolta risulti necessario, fornendo alla direzione dei lavori la documentazione relativa.

La direzione dei lavori, allo scopo di controllare la potenza assorbita dai mescolatori, si riserverà il diritto di fare installare

nell'impianto di confezionamento dei registratori di assorbimento elettrico, alla cui installazione e spesa dovrà provvedere l'impresa appaltatrice. La direzione dei lavori potrà richiedere all'impresa l'installazione sulle attrezzature di dispositivi e metodi di controllo per verificarne in permanenza il buon funzionamento. In particolare, la dosatura degli aggregati lapidei, del cemento, dell'acqua e degli additivi dovrà soddisfare alle condizioni seguenti:

- degli aggregati potrà essere determinata la massa cumulativa sulla medesima bilancia, purché le diverse frazioni granulometriche (o pezzature) vengano misurate con determinazioni distinte;
- la massa del cemento dovrà essere determinata su una bilancia separata;
- l'acqua dovrà essere misurata in apposito recipiente tarato, provvisto di dispositivo che consenta automaticamente l'erogazione effettiva con la sensibilità del 2%;
- gli additivi dovranno essere aggiunti agli impasti direttamente nel miscelatore a mezzo di dispositivi di distribuzione dotati di misuratori.

Il ciclo di dosaggio dovrà essere automaticamente interrotto qualora non siano realizzati i ritorni a zero delle bilance, qualora la massa di ogni componente scarti dal valore prescritto oltre le tolleranze fissate di seguito e infine qualora la sequenza del ciclo di dosaggio non si svolga correttamente.

L'interruzione del sistema automatico di dosaggio e la sua sostituzione con regolazione a mano potrà essere effettuata solo previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Nella composizione del calcestruzzo, a dosatura eseguita e immediatamente prima dell'introduzione nel mescolatore, saranno ammesse le seguenti tolleranze:

- 2% sulla massa di ogni pezzatura dell'aggregato;
- 3% sulla massa totale dei materiali granulari;
- 2% sulla massa del cemento.

Vanno rispettate le tolleranze ammesse sulla composizione granulometrica di progetto. Tali tolleranze devono essere verificate giornalmente tramite lettura delle determinazioni della massa per almeno dieci impasti consecutivi.

#### Tempo di mescolamento

Il tempo di mescolamento deve essere quello raccomandato dalla ditta costruttrice l'impianto di confezionamento del calcestruzzo e, in ogni caso, non potrà essere inferiore a un minuto. L'uniformità della miscela deve essere controllata dalla direzione dei lavori prelevando campioni di calcestruzzo all'inizio, alla metà e alla fine dello scarico di un impasto e controllando che i tre prelievi non presentino abbassamenti al cono che differiscono tra di loro di più di 20 mm né composizione sensibilmente diversa.

La direzione dei lavori potrà rifiutare gli impasti non conformi a questa prescrizione. Inoltre, qualora le differenze in questione riguardino più del 5% delle misure effettuate nel corso di una medesima giornata di produzione, le attrezzature di confezionamento saranno completamente verificate e il cantiere non potrà riprendere che su ordine esplicito della direzione dei lavori e dopo che l'impresa abbia prodotto la prova di una modifica o di una messa a punto degli impianti tale da migliorare la regolarità della produzione del calcestruzzo.

#### Trasporto del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera e tutte le operazioni di posa in opera dovranno comunque essere eseguite in modo da non alterare gli impasti, evitando in particolare ogni forma di segregazione, la formazione di grumi e altri fenomeni connessi all'inizio della presa.

Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la direzione dei lavori la composizione dell'impasto, soprattutto se persiste dopo variazione del rapporto acqua/cemento. Se ciò malgrado la segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

#### Documenti di consegna

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma **UNI EN 206-1**;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;

- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza contrattistica e classe di consistenza.

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

#### NORMA DI RIFERIMENTO

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

#### Esecuzione del getto del calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato

##### Programma dei getti

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al direttore dei lavori il programma dei getti del calcestruzzo indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.

I getti dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori ha verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

##### Modalità esecutive e verifica della corretta posizione delle armature

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

Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare:

- la corretta posizione delle armature metalliche;
- la rimozione di polvere, terra, ecc., dentro le casseformi;
- i giunti di ripresa delle armature;
- la bagnatura dei casseri;

- le giunzioni tra i casseri;
- la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali;
- la stabilità delle casseformi, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm. Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore a 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso a opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

#### Realizzazione delle gabbie delle armature per cemento armato

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

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

#### Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso, la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di venti volte il diametro della barra. La distanza mutua (interfero) nella sovrapposizione non deve superare quattro volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto, nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali.

Per le barre di diametro  $\phi \geq 32$  mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori le schede tecniche dei prodotti da utilizzare per le giunzioni.

#### Getto del calcestruzzo ordinario

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applicando tutti gli accorgimenti atti a evitare la segregazione.

È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50-80 cm e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.

Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

Nei getti in pendenza è opportuno predisporre dei cordolini d'arresto atti a evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.

Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti a impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate e autorizzate dal direttore dei lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.

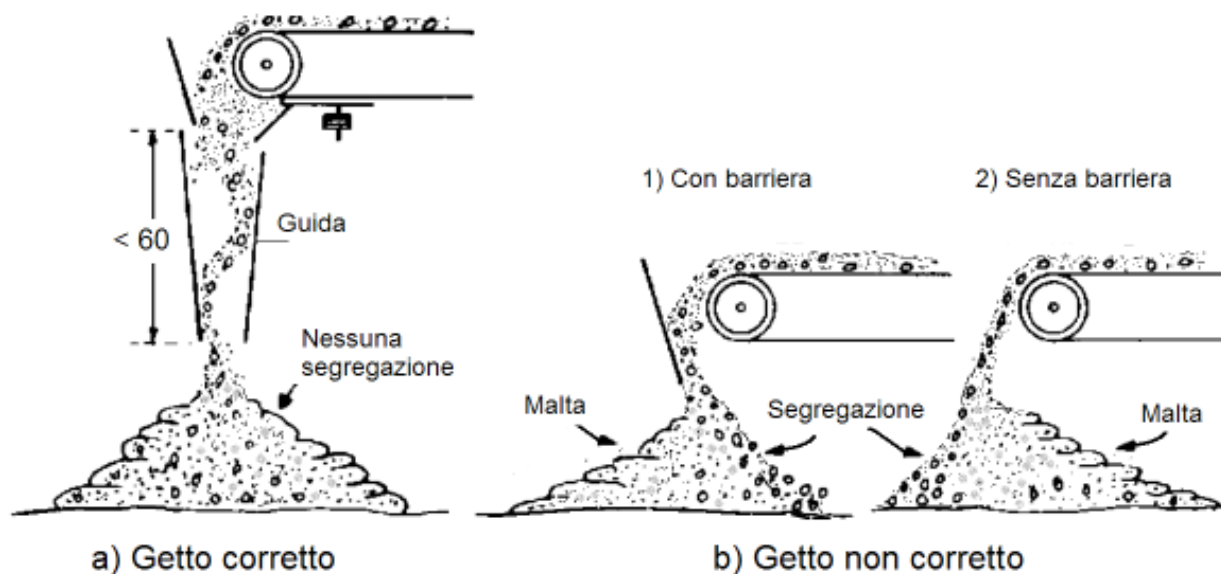


Figura 58.1

Esempi di getto di calcestruzzo con nastro trasportatore: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione



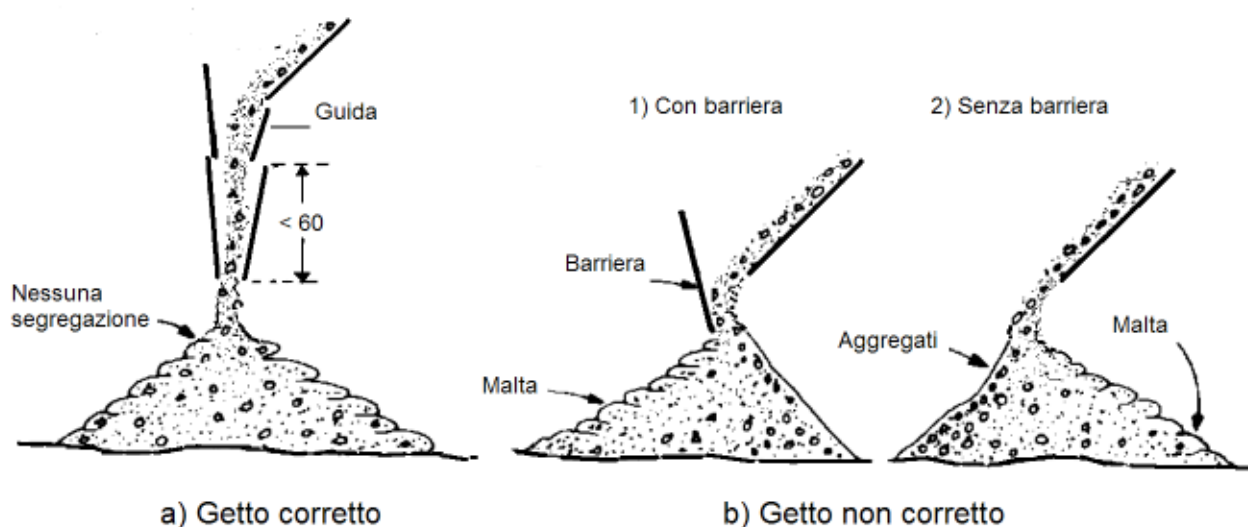


Figura 58.2

**Esempi di getto di calcestruzzo da piano inclinato: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione**

Getto del calcestruzzo autocompattante

Il calcestruzzo autocompattante deve essere versato nelle casseforme in modo da evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo. Se si usa una pompa, una tramoggia o se si fa uso della benna, il terminale di gomma deve essere predisposto in modo che il calcestruzzo possa distribuirsi omogeneamente entro la cassaforma. Per limitare il tenore d'aria occlusa è opportuno che il tubo di scarico rimanga sempre immerso nel calcestruzzo.

Nel caso di getti verticali e impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano, si suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa. Indicativamente un calcestruzzo autocompattante ben formulato ha una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 m. Tale distanza dipende comunque anche dalla densità delle armature.

Getti in climi freddi

Si definisce *clima freddo* una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5 °C;
- la temperatura dell'aria non supera 10 °C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura  $\geq + 5$  °C. La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è  $\leq 0$  °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio, riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura.

Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm<sup>2</sup>), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.

Il valore limite (5 N/mm<sup>2</sup>) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella 58.2 sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

**Tabella 58.2. Temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto**

Dimensione minima della sezione (mm <sup>2</sup> )			
< 300	300 ÷ 900	900 ÷ 1800	> 1800
Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13 °C	10 °C	7 °C	5 °C
Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione			
1,15 °C/h	0,90 °C/h	0,70 °C/h	0,45 °C/h

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5 °C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

#### Getti in climi caldi

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata;
- bassa umidità relativa;
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda);
- forte irraggiamento solare;
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua;
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;



- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35 °C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si possono aggiungere additivi ritardanti o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori.

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo all'impasto additivi ritardanti.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito

Le interruzioni del getto devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che mediante vibrazione si ottenga la monoliticità del calcestruzzo.

Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa sia lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie deve essere scalfita e pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine) o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo di additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

In sintesi:

- le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;
- le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose, che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo.

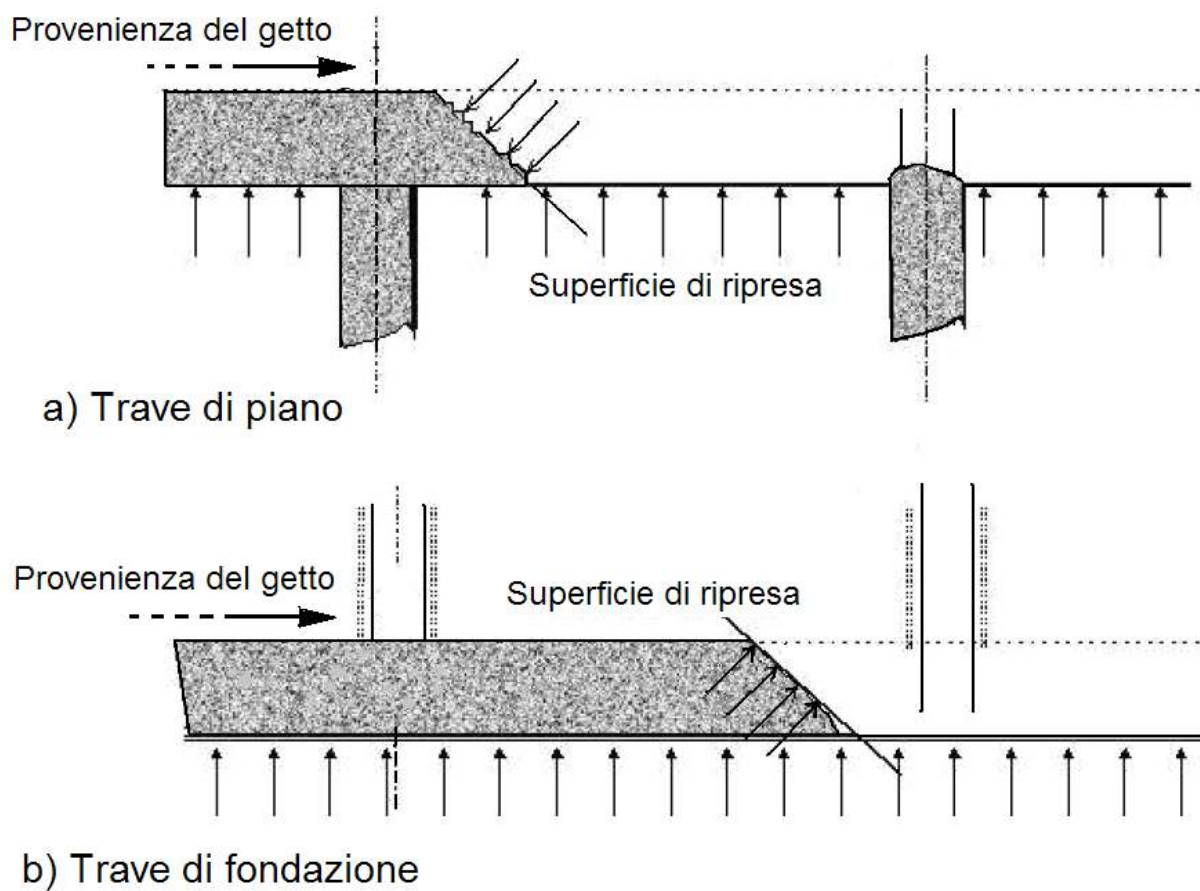
La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come elementi tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti da aste virtuali di calcestruzzo che, come si è detto in precedenza, abbiano a trovare una buona imposta ortogonale rispetto al loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza).

Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore.

Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del direttore dei lavori.



**Figura 58.3**  
**Modalità di ripresa del getto in travi di piano e di fondazione**

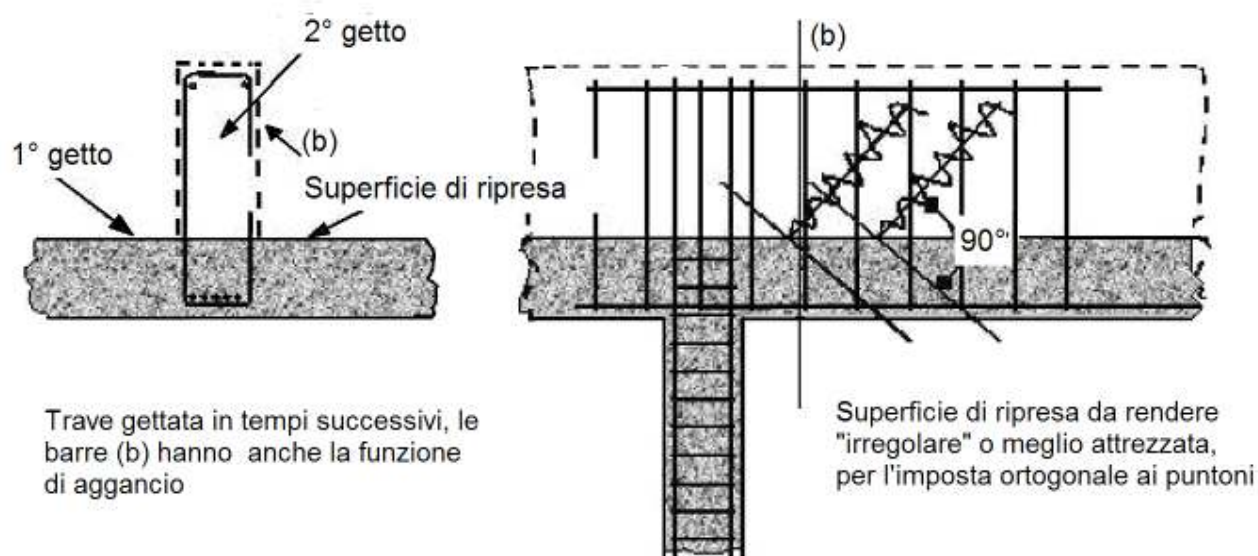


Figura 58.4

#### Modalità di ripresa del getto su travi di spessore elevato

##### Compattazione del calcestruzzo

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusi tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 e il 20%, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma.

La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendo i vuoti. Tale processo può essere effettuato mediante vibrazione, centrifugazione, battitura e assestamento.

I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi, richiedono una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica o plastica fluida.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua non può essere migliorata aggiungendo acqua. Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o talvolta superfluidificanti.

Nel predisporre il sistema di compattazione, si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

##### Compattazione mediante vibrazione

La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo fresco rapide vibrazioni che fluidificano la malta e drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione, il calcestruzzo si assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed espelle l'aria intrappolata. Al termine della vibrazione, l'attrito interno ristabilisce lo stato di quiete e il calcestruzzo risulta denso e compatto. I vibratorii possono essere interni ed esterni.

I vibratorii interni, detti anche a *immersione* o *ad ago*, sono i più usati nei cantieri. Essi sono costituiti da una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione flessibile. Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e 0,6 m, mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 Hz.

L'uso dei vibratorii non deve essere prolungato, per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico e il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

Per effettuare la compattazione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza che vanno dai 5 ai 30 secondi. L'effettivo completamento della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deve essere graduale ed effettuata in modo da permettere la chiusura dei fori da esso lasciati.

L'ago deve essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco e per 5-10 cm in quello sottostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo, si ottiene un adeguato legame tra gli strati e si impedisce la formazione di un giunto freddo tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli che inevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve essere spostato lateralmente con i vibratorii mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d'armatura è tollerata solo se l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del vibratore e a condizione che non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d'indurimento.

Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna del calcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo strato plastico, così da evitare i giunti freddi.

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

I vibratorii superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto: in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è minima. Un martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra d'adeguata sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti.

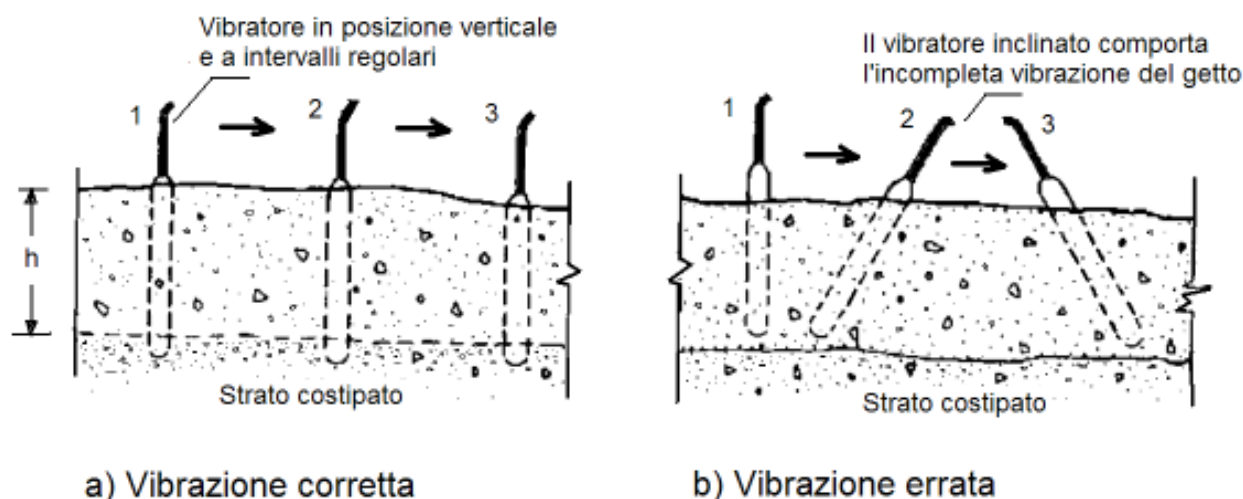


Figura 58.5

Esecuzione del getto e modalità di costipazione mediante vibrazione interna

Stagionatura

Prescrizioni per una corretta stagionatura

Per una corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:

- prima della messa in opera:
- saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondo con fogli di plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;
- la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere  $\leq 0^\circ\text{C}$ , raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.
- durante la messa in opera:

- erigere temporanee barriere frangivento per ridurre la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
- erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;
- proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene, nell'intervallo fra la messa in opera e la finitura;
- ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.
- dopo la messa in opera:
  - minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;
  - la massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di 70 °C;
  - la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di 20 °C;
  - la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurite o altri elementi della struttura è di 15 °C.

È compito della direzione dei lavori specificare le modalità di ispezione e di controllo.

#### *Protezione in generale*

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

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche; inoltre serve a impedire che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e quindi scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione;
- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in cemento armato sottili oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

#### *Protezione termica durante la stagionatura*

A titolo esemplificativo di seguito si indicano i più comuni sistemi di protezione termica per le strutture in calcestruzzo adottabili nei getti di cantiere, ovvero:

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

#### *CASSAFORMA ISOLANTE*

Il  $\Delta t \leq 20$  °C può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, ad esempio legno compensato con spessore  $\geq 2$  cm o se il getto si trova contro terra.

#### *SABBIA E FOGLIO DI POLIETILENE*

La parte superiore del getto si può proteggere con un foglio di polietilene coperto con 7-8 cm di sabbia. Il foglio di polietilene ha anche la funzione di mantenere la superficie pulita e satura d'umidità.

#### *IMMERSIONE IN LEGGERO STRATO D'ACQUA*

La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette



e getti a sviluppo orizzontale, si suggerisce di creare un cordolo perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua.

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

#### COIBENTAZIONE CON TELI FLESSIBILI

Sono ideali nelle condizioni invernali, in quanto permettono di trattenere il calore nel getto, evitando la dispersione naturale. Si deve tener conto tuttavia che nella movimentazione le coperte possono essere facilmente danneggiate.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, occorre prevedere ed eseguire in cantiere una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

#### Durata della stagionatura

Con il termine *durata di stagionatura* si intende il periodo che intercorre tra la messa in opera e il tempo in cui il calcestruzzo ha raggiunto le caratteristiche essenziali desiderate. Per l'intera durata della stagionatura, il calcestruzzo necessita d'attenzioni e cure affinché la sua maturazione possa avvenire in maniera corretta. La durata di stagionatura deve essere prescritta in relazione alle proprietà richieste per la superficie del calcestruzzo (resistenza meccanica e compattezza) e per la classe d'esposizione. Se la classe di esposizione prevista è limitata alle classi X0 e XC1, il tempo minimo di protezione non deve essere inferiore a 12 ore, a condizione che il tempo di presa sia inferiore a cinque ore, e che la temperatura della superficie del calcestruzzo sia superiore a 5 °C. Se il calcestruzzo è esposto a classi d'esposizione diverse da X0 o XC1, la durata di stagionatura deve essere estesa fino a quando il calcestruzzo ha raggiunto, sulla sua superficie, almeno il 50% della resistenza media, o il 70% della resistenza caratteristica, previste dal progetto.

Nella tabella 58.3 è riportata, in funzione dello sviluppo della resistenza e della temperatura del calcestruzzo, la durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse da X0 e XC1.

**Tabella 58.3. Durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse (da X0 a XC1)**

Temperatura $t$ della superficie del calcestruzzo (°C)	Durata minima della stagionatura (giorni)			
	Sviluppo della resistenza in base al rapporto $r = (f_{cm}/f_{cm28})^1$			
	Rapido $r \geq 0,50$	Medio $0,50 < r \leq 0,30$	Lento $0,30 < r \leq 0,15$	Molto lento $r < 0,15$
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,0	3
$25 > t \geq 15$	1,0	2,0	3,0	5
$15 > t \geq 10$	2,0	4,0	7,0	10
$10 > t \geq 5$	3,0	6,0	10	15

<sup>1</sup> La velocità di sviluppo della resistenza  $r$  è calcolata in base al rapporto sperimentale della resistenza meccanica  $f_{cm}$  alla compressione determinata alla scadenza di 2 e 28 giorni. Al tempo di maturazione specificato deve essere aggiunto l'eventuale tempo di presa eccedente le cinque ore. Il tempo durante il quale il calcestruzzo rimane a temperatura  $< 5$  °C non deve essere computato come tempo di maturazione.

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria a ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e nei punti di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;

- applicare prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni di protezione curing non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbiatura o l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di curing serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista.

Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

#### *Controllo della fessurazione superficiale*

Per le strutture in cemento armato in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla direzione dei lavori.

Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate *mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20 °C*.

#### *Maturazione accelerata con getti di vapore saturo*

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80 °C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60 °C e il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10 °C/h.

A titolo orientativo potranno essere eseguite le raccomandazioni del documento ACI 517.2R-80 (*Accelerated Curing of Concrete at Atmospheric Pressure*).

#### Casseforme e puntelli per le strutture in calcestruzzo semplice e armato

##### *Caratteristiche delle casseforme*

Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere realizzate in modo da sopportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo e in modo da essere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

In base alla loro configurazione le casseforme possono essere classificate in:

- casseforme smontabili;
- casseforme a tunnel, idonee a realizzare contemporaneamente elementi edilizi orizzontali e verticali;
- casseforme rampanti, atte a realizzare strutture verticali mediante il loro progressivo innalzamento, ancorate al calcestruzzo precedentemente messo in opera;
- casseforme scorrevoli, predisposte per realizzare in modo continuo opere che si sviluppano in altezza o lunghezza.

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo e alla vibrazione. È opportuno che eventuali prescrizioni relative al grado di finitura della superficie a vista siano riportate nelle specifiche progettuali.

La superficie interna delle casseforme rappresenta il negativo dell'opera da realizzare; tutti i suoi pregi e difetti si ritrovano sulla superficie del getto.

Generalmente, una cassaforma è ottenuta mediante l'accostamento di pannelli. Se tale operazione non è eseguita correttamente e/o non sono predisposti i giunti a tenuta, la fase liquida del calcestruzzo, o boiaccia, fuoriesce provocando difetti estetici sulla superficie del getto, eterogeneità nella tessitura e nella colorazione nonché nidi di ghiaia.

La tenuta delle casseforme deve essere curata in modo particolare nelle strutture con superfici di calcestruzzo a vista e può essere migliorata utilizzando giunti preformati riutilizzabili oppure con mastice e con guarnizioni monouso.

Alla difficoltà di ottenere connessioni perfette si può porre rimedio facendo in modo che le giunture siano in corrispondenza di modanature o di altri punti d'arresto del getto.

Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante.

I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestruzzo, ma svolgono anche altre funzioni, quali la protezione della superficie delle casseforme metalliche dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei pannelli di legno e il miglioramento della qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto e la sua corretta applicazione influenzano la qualità delle superfici del calcestruzzo, in particolare l'omogeneità

di colore e l'assenza di bolle.

Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altri materiali assorbenti, calcestruzzo compreso prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.

Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranze dello spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.

Nella tabella 58.4 sono indicati i principali difetti delle casseforme, le conseguenze e le possibili precauzioni per evitare o almeno contenere i difetti stessi.

**Tabella 58.4. Difetti delle casseforme, conseguenze e precauzioni**

	Difetti	Conseguenze	Precauzioni
Per le casseforme	Deformabilità eccessiva	Sulle tolleranze dimensionali	Utilizzare casseforme poco deformabili, casseforme non deformate, pannelli di spessore omogeneo
	Tenuta insufficiente	Perdita di boiacca e/o fuoriuscita d'acqua d'impasto. Formazione di nidi di ghiaia	Connettere correttamente le casseforme e sigillare i giunti con materiali idonei o guarnizioni
Per i pannelli	Superficie troppo assorbente	Superficie del calcestruzzo omogenea e di colore chiaro	Saturare le casseforme con acqua. Usare un idoneo prodotto disarmante e/o impermeabilizzante
	Superficie non assorbente	Presenza di bolle superficiali	Distribuire correttamente il disarmante. Far rifluire il calcestruzzo dal basso
	Superficie ossidata	Tracce di macchie e di ruggine	Pulire accuratamente le casseforme metalliche. Utilizzare un prodotto disarmante anticorrosivo
Per i prodotti disarmanti	Distribuzione in eccesso	Macchie sul calcestruzzo Presenza di bolle d'aria	Utilizzare un sistema idoneo a distribuire in modo omogeneo un film sottile di disarmante. Pulire accuratamente le casseforme dai residui dei precedenti impieghi
	Distribuzione insufficiente	Disomogeneità nel distacco	Curare l'applicazione del prodotto disarmante

#### Casseforme speciali

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

Le casseforme rampanti si sorreggono sul calcestruzzo indurito dei getti sottostanti precedentemente messi in opera. Il loro fissaggio è realizzato mediante bulloni o barre inserite nel calcestruzzo. L'avanzamento nei getti è vincolato al raggiungimento da parte del calcestruzzo di una resistenza sufficiente a sostenere il carico delle armature, del calcestruzzo del successivo getto, degli uomini e delle attrezzature.

Questa tecnica è finalizzata alla realizzazione di strutture di notevole altezza, quali pile di ponte, ciminiera, pareti di sbarramento (dighe), strutture industriali a sviluppo verticale.

La tecnica delle casseforme scorrevoli consente di mettere in opera il calcestruzzo in modo continuo. La velocità di avanzamento della cassaforma è regolata in modo che il calcestruzzo formato sia sufficientemente rigido da mantenere



la propria forma, sostenere il proprio peso e le eventuali sollecitazioni indotte dalle attrezzature e, nel caso di casseforme scorrevoli verticali, anche il calcestruzzo del getto successivo.

Le casseforme scorrevoli orizzontali scivolano conferendo al calcestruzzo la sezione voluta, avanzano su rotaie e la direzione e l'allineamento sono mantenuti facendo riferimento a un filo di guida. Sono utilizzate, ad esempio, per rivestimenti di gallerie, condotte d'acqua, rivestimenti di canali, pavimentazioni stradali, barriere spartitraffico.

Le casseforme scorrevoli verticali invece sono utilizzate per realizzare strutture, quali sili, edifici a torre, ciminiera.

L'utilizzo delle casseforme scorrevoli comporta dei vincoli per le proprietà del calcestruzzo fresco. Nel caso delle casseforme scorrevoli orizzontali, è richiesta una consistenza quasi asciutta (S1-S2). Il calcestruzzo deve rendersi plastico sotto l'effetto dei vibratori, ma al rilascio dello stampo deve essere sufficientemente rigido per autosostenersi. Con le casseforme scorrevoli verticali invece il tempo d'indurimento e la scorrevolezza del calcestruzzo sono parametri vincolanti e devono essere costantemente controllati.

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

#### *Casseforme in legno*

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso, l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti. Le parti componenti i casseri devono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

**Tabella 58.5. Legname per carpenteria**

<b>Tavolame</b>	Tavole (o sottomisure)	Spessore 2,5 cm Larghezza 8-16 cm Lunghezza 4 m
	Tavoloni (da ponteggio)	Spessore 5 cm Larghezza 30-40 cm Lunghezza 4 m
<b>Legname segato</b>	Travi (sostacchine)	Sezione quadrata da 12 x 12 a 20 x 20 cm lunghezza 4 m
<b>Legname tondo</b>	Antenne, candele	Diametro min 12 cm Lunghezza > 10-12 cm
	Pali, ritti	Diametro 10-12 cm Lunghezza > 6-12 cm
<b>Residui di lavorazioni precedenti</b>	Da tavole (mascelle) Da travi (mozzature)	Lunghezza > 20 cm

#### *Pulizia e trattamento*

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Dove e quando necessario, si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

#### *Legature delle casseforme e distanziatori delle armature*

Gli inserti destinati a mantenere le armature in posizione, quali distanziali, tiranti, barre o altri elementi incorporati o annegati nella sezione come placche e perni di ancoraggio, devono:

- essere fissati solidamente in modo tale che la loro posizione rimanga quella prescritta anche dopo la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo;
- non indebolire la struttura;

- non indurre effetti dannosi al calcestruzzo, agli acciai di armatura e ai tiranti di precompressione;
- non provocare macchie inaccettabili;
- non nuocere alla funzionalità o alla durabilità dell'elemento strutturale;
- non ostacolare la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo.

Ogni elemento annegato deve avere una rigidità tale da mantenere la sua forma durante le operazioni di messa in opera del calcestruzzo.

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo. In particolare, viene prescritto che dovunque sia possibile gli elementi delle casseforme vengano fissati nell'esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo. Dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla direzione dei lavori, potranno essere adottati altri sistemi, prescrivendo le cautele da adottare.

È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici; sono invece ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile. Si preferiranno quindi forme cilindriche, semicilindriche e semisferiche.

#### *Strutture di supporto*

Le strutture di supporto devono prendere in considerazione l'effetto combinato:

- del peso proprio delle casseforme, dei ferri d'armatura e del calcestruzzo;
- della pressione esercitata sulle casseforme dal calcestruzzo in relazione ai suoi gradi di consistenza più elevati, particolarmente nel caso di calcestruzzo autocompattante (SCC);
- delle sollecitazioni esercitate da personale, materiali, attrezzature, ecc., compresi gli effetti statici e dinamici provocati dalla messa in opera del calcestruzzo, dai suoi eventuali accumuli in fase di getto e dalla sua compattazione;
- dei possibili sovraccarichi dovuti al vento e alla neve.

Alle casseforme non devono essere connessi carichi e/o azioni dinamiche dovute a fattori esterni quali, ad esempio, le tubazioni delle pompe per calcestruzzo. La deformazione totale delle casseforme e la somma di quelle relative ai pannelli e alle strutture di supporto non deve superare le tolleranze geometriche previste per il getto.

Per evitare la deformazione del calcestruzzo non ancora completamente indurito e le possibili fessurazioni, le strutture di supporto devono prevedere l'effetto della spinta verticale e orizzontale del calcestruzzo durante la messa in opera e, nel caso in cui la struttura di supporto poggi anche parzialmente al suolo, occorrerà assumere i provvedimenti necessari per compensare gli eventuali assestamenti.

Nel caso del calcestruzzo autocompattante (SCC) non è prudente tener conto della riduzione di pressione laterale, che deve essere considerata di tipo idrostatico agente su tutta l'altezza di getto, computata a partire dalla quota d'inizio o di ripresa di getto. Per evitare la marcatura delle riprese di getto, compatibilmente con la capacità delle casseforme a resistere alla spinta idrostatica esercitata dal materiale fluido, il calcestruzzo autocompattante deve essere messo in opera in modo continuo, programmando le riprese di getto lungo le linee di demarcazione architettoniche (modanature, segna-piano, ecc.).

#### *Giunti tra gli elementi di cassaforma*

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura, al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature. Potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.

#### *Predisposizione di fori, tracce, cavità*

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi, per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

#### *Linee generali per il disarmo delle strutture in cemento armato*

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto. Queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:

- sopportare le azioni applicate;
- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate;

- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti.

I carichi sopportati da ogni centina devono essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.

La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata e mantenuta durante l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio. L'appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni ..... dalla data di esecuzione del getto.

Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari a evitare brusche sollecitazioni e azioni dinamiche. Infatti, l'eliminazione di un supporto dà luogo, nel punto di applicazione, a una repentina forza uguale e contraria a quella esercitata dal supporto (per carichi verticali, si tratta di forze orientate verso il basso, che danno luogo a impropri aumenti di sollecitazione delle strutture). Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la resistenza indicata dal progettista e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della legge n. 1086/1971. In ogni caso, il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la direzione dei lavori.

Si deve porre attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo, come pure al disarmo e alla rimozione delle strutture di sostegno delle solette e delle travi. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

**Tabella 58.6. Tempi minimi per del disarmo delle strutture in cemento armato dalla data del getto**

Struttura	Calcestruzzo normale (giorni)	Calcestruzzo ad alta resistenza (giorni)
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette di luce modesta	10	4
Puntelli e centine di travi, archi e volte	24	12
Strutture a sbalzo	28	14

#### Disarmanti

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo e la permeabilità né influenzarne la presa o causare la formazione di bolle e macchie.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali. In generale, le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore. La stessa cosa vale per l'applicazione del prodotto.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI 8866-1** - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione;

**UNI 8866-2** - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato.

#### Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo delle strutture in calcestruzzo senza il preventivo controllo del direttore dei lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 1 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad

alta adesione.

Gli eventuali fori e/o nicchie formate nel calcestruzzo dalle strutture di supporto dei casseri devono essere riempiti e trattati in superficie con un materiale di qualità simile a quella del calcestruzzo circostante.

A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o la verniciatura delle superfici del getto con idonei prodotti.

#### *Caricamento delle strutture disarmate*

Il caricamento delle strutture in cemento armato disarmate deve essere autorizzato dalla direzione dei lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo e ai carichi sopportabili.

La direzione dei lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio.

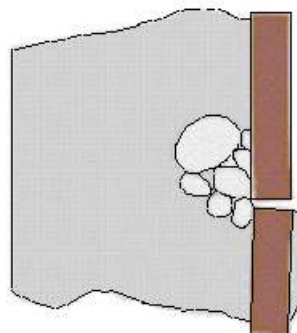
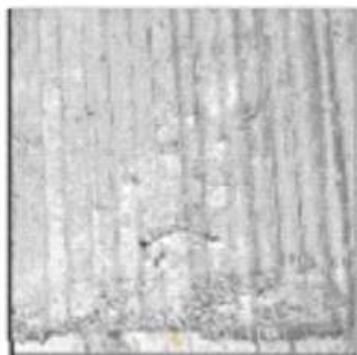
#### *Difetti superficiali delle strutture, cause e rimedi*

I difetti superficiali del calcestruzzo influenzano non solo le sue caratteristiche estetiche, ma anche quelle di durabilità.

I più frequenti difetti superficiali sono riportati nelle tabelle 58.7-58.16, con le indicazioni relative alle cause e ai rimedi che devono essere adottati.

**Tabella 58.7. Nidi di ghiaia (presenza di aggregato grosso non ricoperto da malta cementizia)**

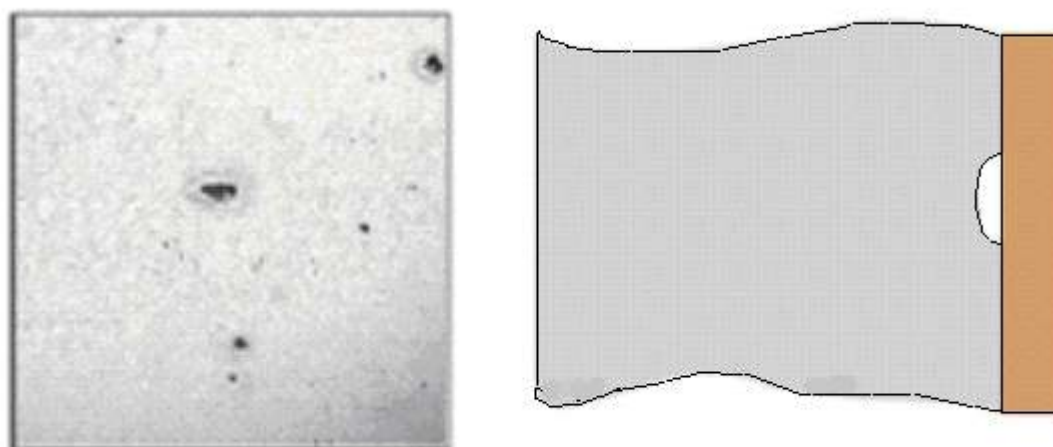
Cause		Rimedi
<b>Progettuali</b>	Sezione con forte congestione dei ferri di armatura e mancanza di spazio per l'introduzione dei vibrator	Adeguare la disposizione delle armature
<b>Casseforme</b>	Giunti non a tenuta, che permettono la fuoriuscita di acqua, boiaccia o malta	Adeguare le casseforme
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Carenza di fini, scarsa lavorabilità o eccesso d'acqua, indurimento anticipato, diametro massimo degli aggregati in relazione alle dimensioni del getto	Correggere la miscela
<b>Messa in opera</b>	Calcestruzzo lasciato cadere da un'altezza eccessiva, carico eccessivo di calcestruzzo nelle casseforme, tramogge di carico inesistenti o inefficaci, spostamento orizzontale del calcestruzzo	Correggere la messa in opera
<b>Compattazione</b>	Vibratori sottodimensionati per potenza, frequenza o ampiezza, tempo di vibrazione troppo breve o eccessivo, distanza eccessiva tra i punti di vibrazione, numero di vibrator insufficiente	Correggere l'uso dei vibrator



**Figura 58.6**  
**Nidi di ghiaia**

**Tabella 58.8. Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma: cavità singole sulla superficie di forma irregolare e dimensione fino a 20 mm**

Cause		Rimedi
Progettuali	Superfici di getto in contropendenza o con interferenze	-
Casseforme	Superfici delle casseforme impermeabili, poco bagnabili, troppo flessibili, e con agente disarmante inadeguato	Adeguare il disarmante
Condizioni operative	Agente disarmante applicato in misura eccessiva o non nebulizzato, temperatura del calcestruzzo troppo elevata	Correggere l'applicazione del disarmante
Proprietà del calcestruzzo fresco	Sabbia troppo ricca in fini, lavorabilità inadeguata, dosaggio eccessivo in cemento o materiale pozzolanico, contenuto d'aria troppo alto, calcestruzzo troppo viscoso	Correggere la miscela
Messa in opera	Messa in opera del calcestruzzo discontinua o troppo lenta, portata della pompa o delle tubazioni inadeguata	Assicurare la continuità del getto
Compattazione	Ampiezza di vibrazione eccessiva, vibratore mantenuto fermo e/o parzialmente immerso, vibrazione esterna inadeguata	Correggere il metodo di vibrazione



**Figura 58.7**  
**Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma**

**Tabella 58.9. Superfici dei giunti con evidenza di aggregati fini o grossi carenti in cemento, generalmente delimitati da superfici scure**

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

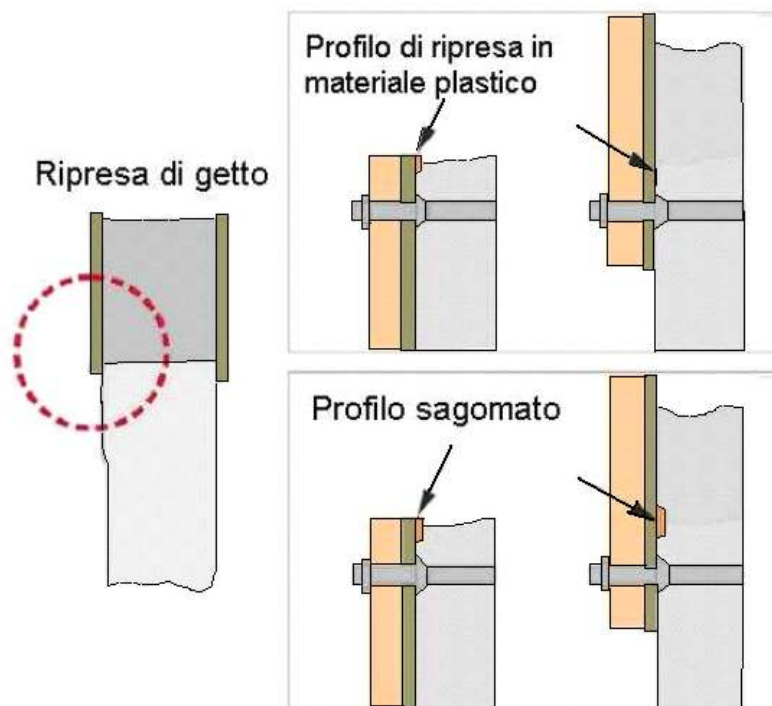


Figura 58.8

Giunti delle casseforme in evidenza

Tabella 58.10. Aggregati affioranti sulla superficie del calcestruzzo a vista (superfici chiazzate di chiaro o di scuro, presenza di macchie aventi dimensioni simili a quelle dell'aggregato)

Cause		Rimedi
Casseforme	Troppo flessibili	Adeguare le casseforme
Proprietà del calcestruzzo fresco	Aggregati carenti nel contenuto in fini, granulometria non corretta, aggregato leggero con calcestruzzo troppo fluido	Adeguare la miscela
Compattazione	Vibrazione esterna eccessiva, o vibrazione eccessiva di calcestruzzo leggero	Correggere il sistema di vibrazione

Tabella 58.11. Fessure di assestamento (anche corte, di ampiezza variabile e disposte orizzontalmente)

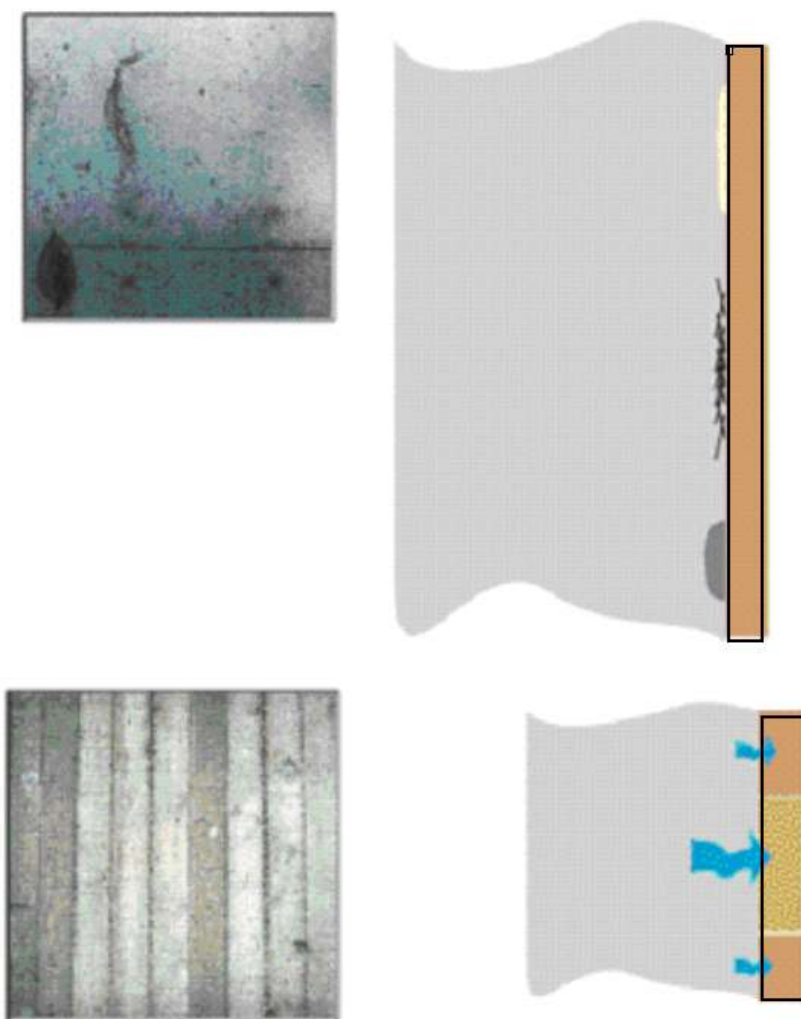
Cause		Rimedi
Progettuali	Elementi sottili e complessi con difficoltà di accesso per il calcestruzzo e vibratori, spessore del copriferro inadeguato	Adeguare/verificare la geometria
Casseforme	Casseforme inadeguate e dalle superfici ruvide	Adeguare le casseforme
Condizioni	Discontinuità nelle operazioni di getto con tempi eccessivi durante la messa in opera del	Assicurare la continuità del

<b>operative</b>	calcestruzzo (ad esempio, tra le colonne e i solai o le travi)	getto
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Composizione granulometrica inadeguata, calcestruzzo troppo fluido, cemento con presa troppo rapida	Verificare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Discontinua	Assicurare la continuità del getto
<b>Compattazione</b>	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Adeguare la vibrazione

**Tabella 58.12. Variazioni di colore (variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme)**

Cause		Rimedi
<b>Progettuali</b>	Ferri di armatura molto vicini alle casseforme	Adeguare il copriferro
<b>Casseforme</b>	Variazioni nelle proprietà di assorbimento superficiale, reazione fra il calcestruzzo e la superficie della cassaforma, reazione con l'agente disarmante, perdita di boiaccia in corrispondenza dei giunti	Correggere le casseforme
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Granulometria inadeguata degli aggregati, miscelazione non completa, calcestruzzo troppo scorrevole, vibrazione eccessiva	Adeguare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Segregazione dei costituenti, consistenza troppo fluida	Aggiustare la consistenza
<b>Compattazione</b>	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Correggere la vibrazione





**Figura 58.9**  
 Variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme

**Tabella 58.13. Striature di sabbia e acqua (variazioni di colore o di ombre dovute alla separazione di particelle fini)**

Cause		Rimedi
<b>Casseforme</b>	Mancanza di tenuta delle casseforme, acqua in eccesso sul fondo della cassaforma risalente durante il getto	Adeguare le casseforme, drenare e asciugare l'acqua
<b>Condizioni operative</b>	Temperatura bassa, calcestruzzo con eccesso di acqua	Adottare una protezione per le casseforme
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Scarso o eccessivamente ricco di fini, miscela arida, con insufficiente contenuto di pasta	Adeguare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Troppo veloce	Correggere la messa in opera

Compattazione	Vibrazione e/o ampiezza di vibrazione eccessive	Adeguare la vibrazione
---------------	-------------------------------------------------	------------------------

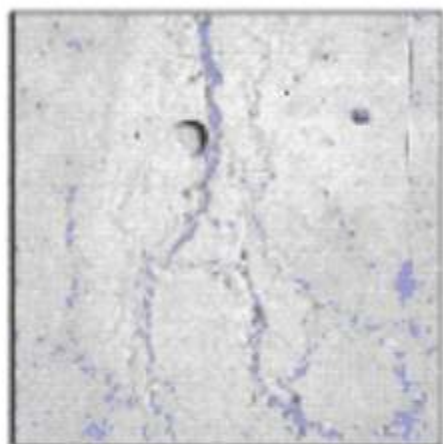


Figura 58.10

Striature di sabbia e acqua

Tabella 58.14. Delimitazione degli strati (zone di colore scuro tra gli strati nel calcestruzzo)

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

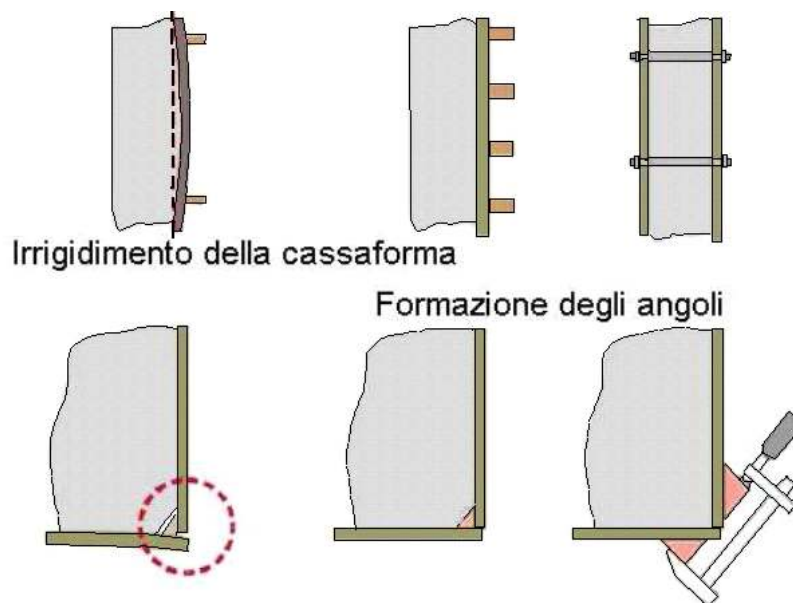
Tabella 58.15. Giunti freddi (vuoti, nidi di ghiaia, variazioni di colore ai bordi delle riprese, bordo superiore del calcestruzzo non connesso allo strato inferiore)

Cause		Rimedi
Progettuali	Spazio insufficiente per inserire il vibratore	Adeguare i sistemi di vibrazione
Condizioni operative	Mancanza di coordinamento fra la messa in opera e la compattazione o sistema di vibrazione	Continuità della messa in opera e della vibrazione

	inadeguato, messa in opera nel momento in cui lo strato inferiore del calcestruzzo ha già iniziato a indurire	
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Elevata perdita di lavorabilità e indurimento troppo rapido	Migliorare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Strati troppo profondi, tempi di attesa eccessivi nella messa in opera dei vari strati	Adeguare le procedure di esecuzione
<b>Compattazione</b>	Vibrazione insufficiente, impossibilità di conferire continuità al getto inserendo il vibratore negli strati contigui, mancato inserimento dei vibratorii nello strato sottostante	Adeguare la vibrazione

**Tabella 58.16. Marcatura delle casseforme (irregolarità sulla superficie in corrispondenza delle giunzioni delle casseforme o come conseguenza di difetti delle casseforme)**

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

**Figura 58.11****Marcatura delle casseforme****25.5 Tolleranze dimensionali**Pilastrì

NOTA PER LA COMPOSIZIONE: RET + Tab per ognuno

LUNGHEZZA  $\pm 1$  cmDIMENSIONE ESTERNA  $\pm 0,5$  cm

FUORI PIOMBO PER METRO DI ALTEZZA 1/500

INCAVO PER ALLOGGIAMENTO TRAVI  $\pm 0,5$  cm

NOTA PER LA COMPOSIZIONE: fine RET + Tab

Travi

NOTA PER LA COMPOSIZIONE: RET + Tab per ognuno

LUNGHEZZA  $\pm 2$  cmLARGHEZZA  $\pm 0,5$  cmALTEZZA  $\pm 1$  cm

SVERGOLATURE PER METRO DI LUNGHEZZA 1/1000

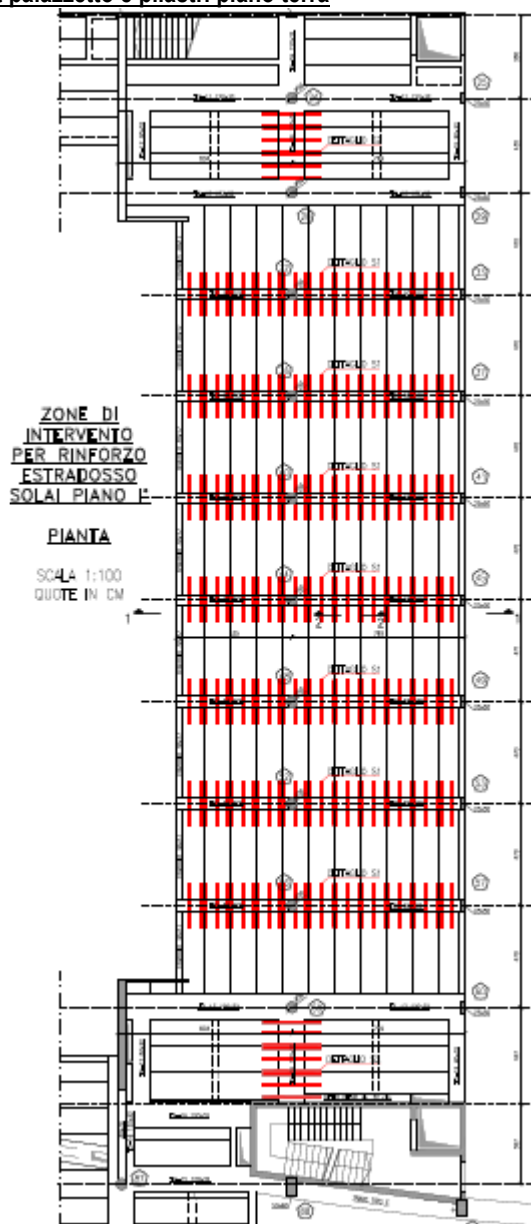
NOTA PER LA COMPOSIZIONE: fine RET + Tab

**I limiti geometrici e di armature delle strutture in c.a. dovranno rispettare quanto riportato nei paragrafi 4.1.6 e 7.4.6 delle NTC '08 e s.m.i.****7.4 Modalità di esecuzione delle opere strutturali**

Si descrivono nel seguito le modalità di esecuzione dei vari interventi strutturali previsti.

I nuovi carichi permanenti (piste curling) dovranno esser applicati almeno 48h dopo aver terminato tutte le attività di rinforzo delle strutture in CFRP.

## 7.4.1 Rinforzo strutture esistenti con materiali compositi FRP

Strutture piano primo lato est palazzetto e pilastri piano terra

L'appaltatore deve consegnare schede tecniche dei prodotti alla Direzione Lavori per successiva approvazione. I materiali devono rispettare quanto previsto dal presente documento ovvero dalla relazione di calcolo e dalla normativa vigente (NTC '08, CNR-DT200-R1/2013, Linee Guida FRP rilasciate dal CSLP-STC).

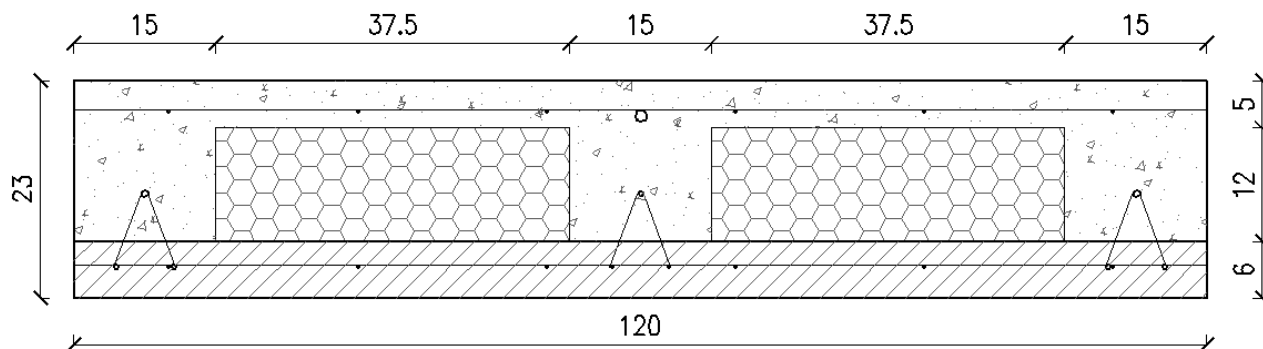
Si descrivono nel seguito le istruzioni e le linee guida per realizzare il rinforzo in FRP dei solai, delle travi e dei pilastri.

**Rinforzo su estradosso lastre di solaio tipo predalles**

I solai oggetto di intervento sono realizzate da lastre predalles di larghezza 120cm ed altezza variabile di 23 e 32 cm con cappa collaborante soprastante di 6cm.

La sezione tipologica della singola lastra è costituita da (cfr. immagine sottostante):

- lastra prefabbricata 6cm
- num. tralicci resistenti aventi larghezza 15cm ed altezza variabile  $6+12+5=23\text{cm}$  o  $6+20+6=32\text{cm}$
- cappa collaborante soprastante  $h=5\text{cm}$  (solaio 23cm) e  $h=6\text{cm}$  (solaio 32cm).



Si prevede il rinforzo della lastra di solaio su estradosso in corrispondenza dell'appoggio sulle travi. Su ciascuna lastra verranno incollate num. 3 lamine pultruse in fibra di carbonio, tipo FBCPUL 10-14 di Fibre Net, aventi dimensioni 100x2000x1.4mm (lastre poggianti su travi ribassate 50x100cm) e dimensioni 100x2700x1.4mm (lastre poggianti su travi in spessore 120x32cm).

Per ubicazione delle lastre di solaio oggetto di rinforzo si faccia espressamente riferimento agli elaborati grafici strutturali. Si riporta ora l'elenco delle lavorazioni da effettuare per rinforzare i solai (procedimento valido per applicazione singola lamina):

1. Scarifica della pavimentazione esistente per una profondità di ca. 30mm per una larghezza/lunghezza 10cm oltre l'ingombro esatto della lamina da installare;
2. Preparazione della superficie del supporto attraverso posa di malta epossidica avente caratteristiche di resistenza a trazione superiore a 2 MPa;
3. A seguito della stagionatura della malta (cfr. scheda tecnica del prodotto), applicare una mano di primer epossidico (a rullo o pennello) in quantità pari a 300 g/m<sup>2</sup> sulla superficie precedentemente preparata. Attendere la maturazione del primer (indicativamente >1h e <3h).
4. Pulire la superficie della lamina da incollare ed applicare leggera abrasione con carta vetrata a grana fine
5. Applicazione di uno strato di resina (in ragione di ca. 3.5 kg/m<sup>2</sup>) sia sul supporto sia sulla lamina ed incollare la lamina sulle strutture esistenti avendo cura di non creare bolle d'aria tra superficie lamina e superficie del supporto.
6. Applicare un'ulteriore strato di resina a finire sopra la lamina appena posata e rimuove quella in eccesso.
7. Applicazione/spolvero di sabbia quarzifera sulla superficie esposta per consentire l'aggrappo della finitura soprastante.

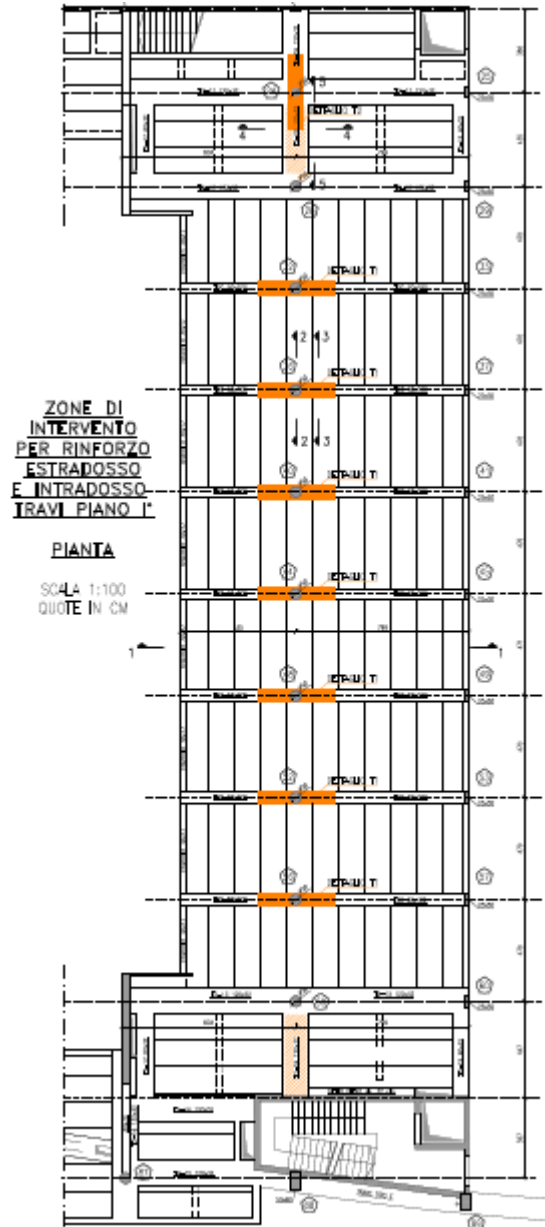
Note:

- l'impasto della malta epossidica, del primer e delle resine devono esser preparati secondo quanto riportato nella scheda tecnica del prodotto.
- per maggiori dettagli costruttivi fare riferimento agli elaborati grafici.

**Rinforzo su estradosso travi in c.a. gettate in opera**

Si prevede il rinforzo delle travi in c.a. in corrispondenza dell'appoggio su pilastri intermedi  $\phi$  50cm.

Trattasi di travi ribassate 50x100cm lungo i telai trasversali e travi in spessore 120x32cm collocate nelle porzioni di estremità.



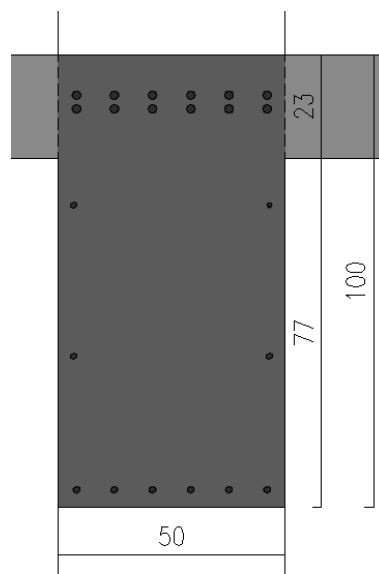


Figura 4. Travi ribassate (quote in cm)

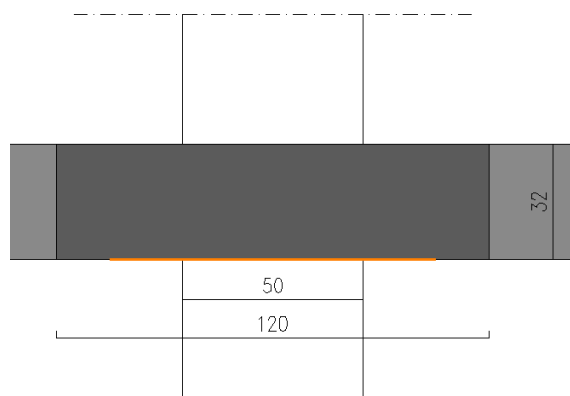


Figura 5. Travi in spessore (quote in cm)

Si prevede il rinforzo dell'estradosso trave mediante incollaggio di num. 3 strati sovrapposti di nastri/tessuti unidirezionali termosaldati in fibra di carbonio, tipo FB-GV330-HT050 di Fibre Net, aventi grammatura 300-320 g/m<sup>2</sup>, larghezza nastro pari a 600mm (travi ribassate) e 1000mm (travi in spessore) ed estensione variabile (cfr. elaborati grafici).

Per ubicazione delle travi oggetto di rinforzo si faccia espressamente riferimento agli elaborati grafici strutturali.

Si riporta ora l'elenco delle lavorazioni da effettuare per rinforzare le travi:

1. Scarifica della pavimentazione esistente per una profondità di ca. 60mm per una larghezza/lunghezza 10cm oltre l'ingombro esatto del nastro da installare da installare. La scarifica dovrà permettere la realizzazione dei fori  $\varnothing 22$  sui pilastri in posizione ribassata rispetto alla quota dei rinforzi perpendicolari presenti sull'estradosso dei solai (lamine pultrose);
2. Realizzazione di num. 6+2 fori passanti ( $\varnothing 22$ mm) alla base dei pilastri in conglomerato cementizio armato, e successiva accurata pulizia del foro. I fori saranno realizzati indicativamente in asse con le armature esistenti della trave (6+6 $\varnothing 20$  sovrapposti) passanti su pilastro.
3. Preparazione della superficie del supporto attraverso posa di malta epossidica avente caratteristiche di resistenza a trazione superiore a 2 MPa;



4. A seguito della stagionatura della malta (cfr. scheda tecnica del prodotto), applicare una mano di primer epossidico (a rullo) in quantità pari a 300 g/m<sup>2</sup> sulla superficie precedentemente preparata. Attendere la maturazione del primer (indicativamente >1h e <3h).
5. Applicare uno strato di resina epossidica adesiva ed impregnante in quantità pari a 300 g/m<sup>2</sup> e stesura del tessuto mediante rulli in impregnazione antibolle;
6. Inserimento di spezzone di tessuto di dimensioni 50x2100mm "arrofolato" su foro pilastro precedentemente realizzato; il tessuto dovrà essere precedentemente impregnato;
7. Applicare uno strato di resina epossidica sul tessuto di cui al p.to 5, installato fuori dalla sagoma del pilastro, ed incollaggio mediante stesura della parte terminale dei nastri arrofolati fuoriuscenti di ca. 80cm dal pilastro ed opportunamente distesi per agevolare l'incollaggio; medesima operazione va ripetuta per i 2 nastri presenti a lato del pilastro (cfr. elaborati grafici architettonici).
8. Ripetere i passaggi 5-6-7 per i successivi 2 strati di nastri:
9. Una volta posati tutti gli strati all'interno dei fori pilastri procedere con la saturazione del foro mediante resina epossidica;
10. Applicare un' ultimo strato di resina a finire strato di resina a finire sopra l'ultima strato di tessuto;
11. Applicazione/spolvero di sabbia quarzifera sulla superficie esposta per consentire l'aggrappo della finitura soprastante, dove non presenti i rinforzi di solaio.

In presenza dei rinforzi di solaio seguire la procedura di rinforzo del solaio

Note:

- i nastri disposti a lato del pilastro si estendono per 1500mm oltre il filo pilastro (su ambo i lati);
- i nastri fuoriuscenti dai pilastri si sovrappongono ai nastri di cui sopra per almeno 70cm;
- per il rinforzo nelle travi in spessore prevedere la sovrapposizione minima di 5cm per i nastri paralleli affiancati (cfr. elaborati grafici)
- per maggiori dettagli costruttivi fare riferimento agli elaborati grafici.

Oltre il rinforzo a estradosso, si prevede anche il rinforzo ad intradosso delle travi 120x32 (cfr. planimetria riportata sopra) mediante incollaggio di num. 2 strati sovrapposti di nastri/tessuti unidirezionali termosaldati in fibra di carbonio, tipo FB-GV330-HT050 di Fibre Net, aventi grammatura 300-320 g/m<sup>2</sup>, larghezza pari a 90mm ed lunghezza 3000mm.

Per ubicazione delle travi oggetto di rinforzo si faccia espressamente riferimento agli elaborati grafici strutturali.

Si riporta ora l'elenco delle lavorazioni da effettuare per rinforzare le travi:

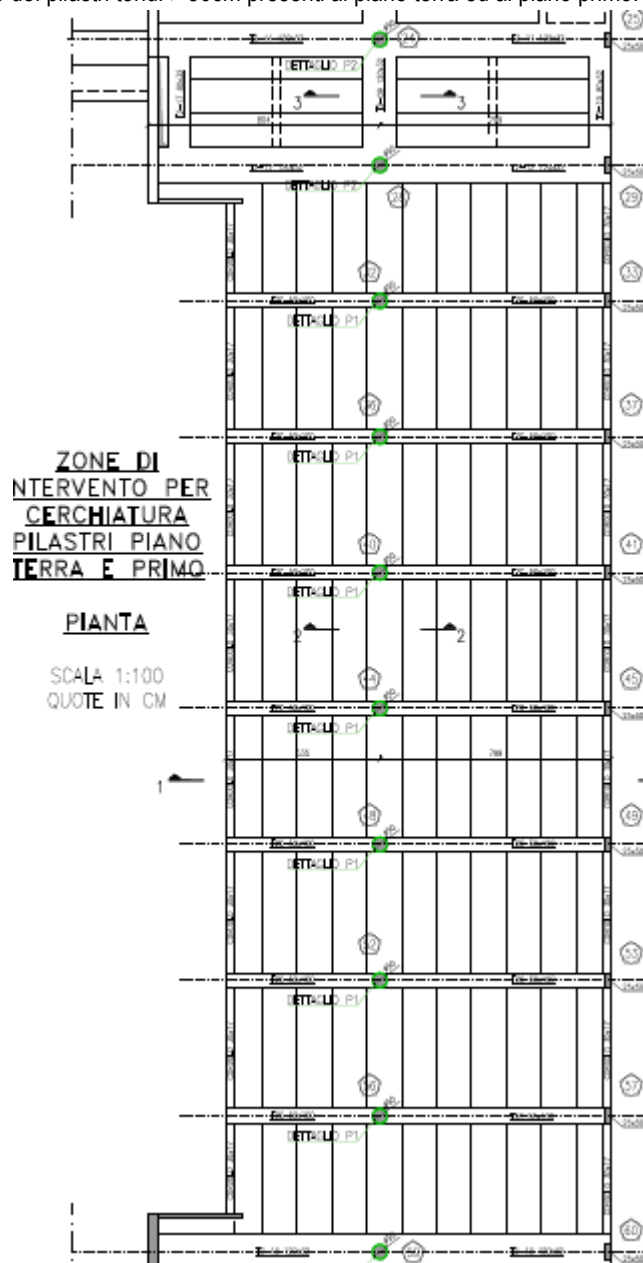
1. Ravvivamento della superficie di futura applicazione del tessuto e conseguente rimozione dello strato superficiale di vernice esistente (in presenza di intonaco, rimuovere quest'ultimo e regolarizzare la superficie con malta epossidica avente caratteristiche di resistenza a trazione superiore a 2 MPa);
2. (A seguito della stagionatura della malta (cfr. scheda tecnica del prodotto), se presente) applicare una mano di primer epossidico (a rullo) in quantità pari a 300 g/m<sup>2</sup> sulla superficie precedentemente preparata. Attendere la maturazione del primer (indicativamente >1h e <3h).
3. Applicare uno strato di resina epossidica adesiva ed impregnante in quantità pari a 300 g/m<sup>2</sup> e stesura del tessuto mediante rulli in impregnazione antibolle;
4. Applicare un secondo strato di resina epossidica sul tessuto appena posato e procedere con la stesura del secondo strato di tessuto
5. Applicare un' ultimo strato di resina a finire strato di resina a finire sopra l'ultima strato di tessuto;
6. Applicazione/spolvero di sabbia quarzifera sulla superficie esposta per consentire l'aggrappo della finitura soprastante, dove non presenti i rinforzi di solaio.

Note:

- per maggiori dettagli costruttivi fare riferimento agli elaborati grafici.

**Confinamento pilastri in c.a. gettati in opera**

Si prevede il confinamento dei pilastri tondi  $\varnothing 50\text{cm}$  presenti al piano terra ed al piano primo.



Si prevede il confinamento mediante incollaggio di num. 1 strato di nastri/tessuti unidirezionali termosaldati in fibra di carbonio, tipo FB-GV330-HT050 di Fibre Net, aventi grammatura  $300-320\text{ g/m}^2$ , in corrispondenza delle porzioni di base del pilastro al piano I ( $h=80\text{cm}$ ) e base e sommità al piano terra ( $h=80+80\text{cm}$ ).

Nella porzione intermedia del pilastro piano terra prevede installazione di num. 2 strati sovrapposti di nastro di larghezza  $250\text{mm}$  intervallati da spazi privi di confinamento aventi larghezza  $100\text{mm}$ .

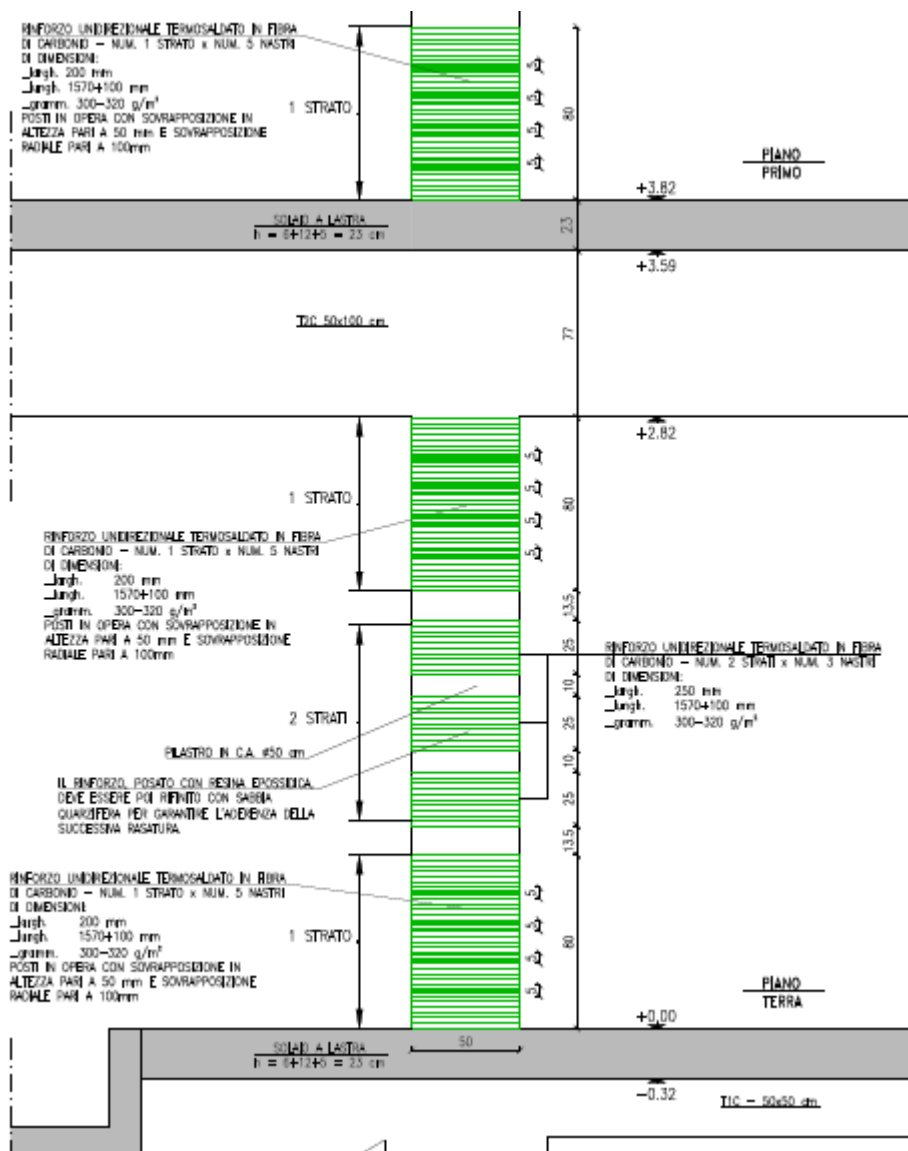


Figura 6. Prospetto – rinforzo pilastro tipologico

Per ubicazione dei pilastri oggetto di rinforzo si faccia espressamente riferimento agli elaborati grafici strutturali.

Si riporta ora l'elenco delle lavorazioni da effettuare per rinforzare le travi:

1. Ravvivamento della superficie di futura applicazione del tessuto e conseguente rimozione dello strato superficiale di vernice esistente (in presenza di intonaco, rimuovere quest'ultimo e regolarizzare la superficie con malta epossidica avente caratteristiche di resistenza a trazione superiore a 2 MPa);
2. (A seguito della stagionatura della malta (cfr. scheda tecnica del prodotto), se presente) applicare una mano di primer epossidico (a rullo) in quantità pari a 300 g/m<sup>2</sup> sulla superficie precedentemente preparata. Attendere la maturazione del primer (indicativamente >1h e <3h).
3. Applicare uno strato di resina epossidica adesiva ed impregnante in quantità pari a 300 g/m<sup>2</sup> e stesura del tessuto mediante rulli in impregnazione antibolle; nelle parti continue prevedere sovrapposizione minima di 50mm per nastri consecutivi e sovrapposizione maggiore di 150mm del singolo nastro lungo la circonferenza;

4. Solo Per i confinamenti intermedi al piano terra: Applicare un secondo strato di resina epossidica sul tessuto appena posato e procedere con la stesura del secondo strato di tessuto
5. Applicare un' ultimo strato di resina a finire strato di resina a finire sopra l'ultima strato di tessuto;
6. Applicazione/spolvero di sabbia quarzifera sulla superficie esposta per consentire l'aggrappo della finitura soprastante, dove non presenti i rinforzi di solaio.

Note:

- per maggiori dettagli costruttivi fare riferimento agli elaborati grafici.

#### 7.4.2 **Strutture di ancoraggio per carichi sospesi**

##### Ancoraggio Pista 1

Si prevede l'ancoraggio dei corpi sospesi (carico max 350 kg) alle strutture lignee per mezzo di piatti in carpenteria metallica saldati tra loro ed avvitati alle strutture in legno (eseguire preforo su legno) . Per maggiori dettagli si faccia riferimento alle tavole impianti elettrici (luci scena)

Prima di procedere con il montaggio occorre:

- \_ rilevare quote in sito prima di procedere con l'esecuzione dell'opera;
- \_ adeguare dimensioni e lunghezza staffaggi compatibilmente con le strutture esistenti.
- \_ prevedere cavetto di sicurezza su tutti i corpi sospesi verso le piste e/o le tribune compresi anche i nuovi proiettori a led non riportati nella presente tavola.

Gli ancoraggi potranno prevedere lo smontaggio dei grigliati metallici presenti su intradosso copertura. In seguito al ripristino degli stessi (anche per le altre attività di copertura), dovrà essere redatta dichiarazione di corretto montaggio a firma di professionista abilitato.

##### Ancoraggio Pista 2

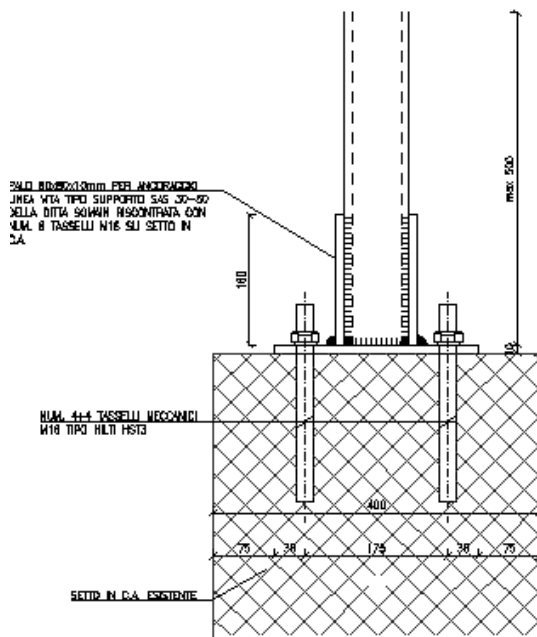
I nuovi corpi sospesi (carico max 20 kg/staffaggio) saranno vincolati alle strutture esistenti (trave in carpenteria metallica) per mezzo di piatti riscontrati con bulloni sull'ala inferiore del profilo. Valgono le stesse prescrizione degli ancoraggi pista 1, eccezion fatta per lo smontaggio del grigliato che in questo caso è assente.

#### 7.4.3 **Struttura di ancoraggio Linee Vita**

Si prevede la realizzazione di num. 8 ancoraggi della linea vita alle strutture esistenti di copertura. Nella fattispecie gli ancoraggi dei pali linea alle strutture esistenti sono così costituiti:

- ancoraggio su setto in c.a.: piastra di base sp. 10mm tassellata su setto portante in calcestruzzo armato sp. 40cm. si prevede l'installazione di num. 4+4 tasselli M20 meccanici ad espansione adatti a calcestruzzo fessurato tipo Hilti HST3.
- ancoraggio su travi lignee di copertura: num. 2 piastre in acciaio avvitate sulle pareti laterali delle travi in legno (vite con preforo) e riscontrate ad intradosso della trave attraverso contropiastra bullonata ai piatti laterali.

## SEZIONE TRASVERSALE



## VISTA LATERALE

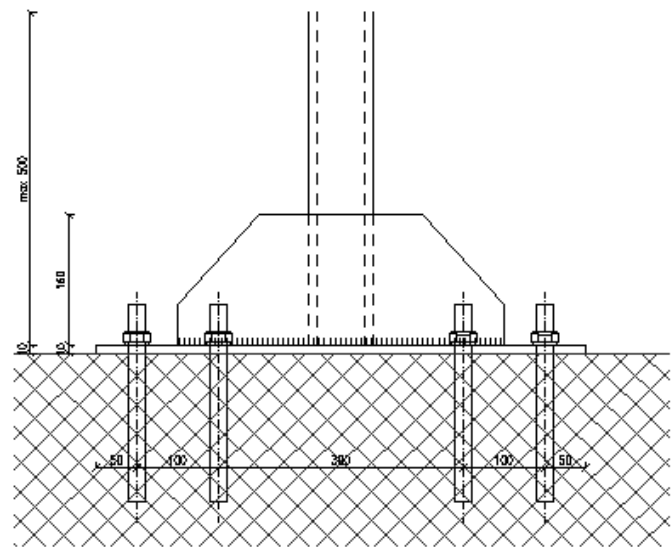
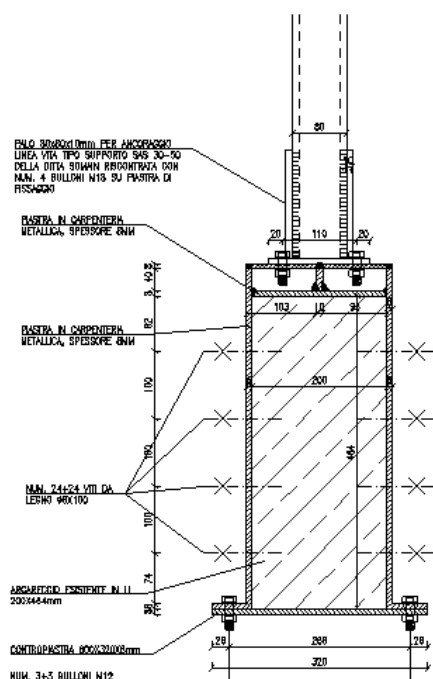


Figura 7. Ancoraggio tipo su strutture in c.a.

## SEZIONE TRASVERSALE



## VISTA LATERALE

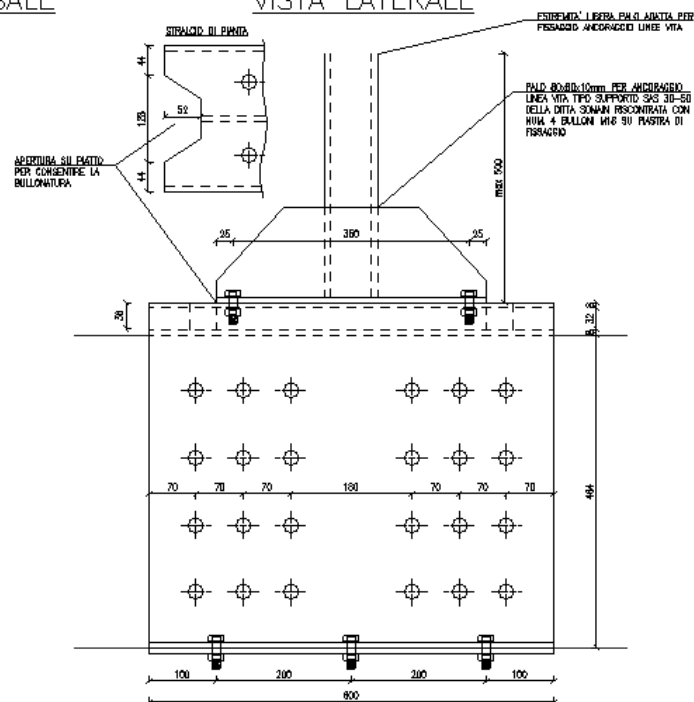


Figura 8. Ancoraggio tipo su strutture in legno lamellare

Rilevare in sito le quote prima di procedere con il tracciamento delle opere e verificare eventuali interferenze con nuovi ancoraggi linee vita. Gli ancoraggi della linea vita saranno realizzati direttamente sulle strutture esistenti (setti in cls e trave di colmo in legno) e potranno esser realizzati da intradosso manto di copertura, previo smontaggio dei grigliati metallici presenti. In seguito al ripristino degli stessi (anche per le altre attività di copertura), dovrà essere redatta dichiarazione di corretto montaggio a firma di professionista abilitato.

Al termine dei lavori dovrà essere predisposto a cura dell'installatore il documento etc secondo d.g.r. 23.05.016 n°6/r.

Al termine dell'installazione dei nuovi ancoraggi, dovrà essere ripristinata e garantita la continuità dello strato di impermeabilizzazione eventualmente manomesso in precedenza.

Per maggiori informazioni fare riferimento agli elaborati grafici.

#### 7.4.4 Appoggi Impianti tecnologici in copertura

I nuovi impianti tecnologici presenti in coperture EST (lato via Arborea) saranno rialzati rispetto al p.p.f. e poggeranno su nuove travi in carpenteria metallica ancorate alle strutture esistenti di solaio in corrispondenza dei pilastri sottostanti. Per i fissaggi delle macchine fare riferimento al progetto impiantistico.

Si prevedono i seguenti interventi:

- demolizione porzione di sottofondo esistente sino alle strutture (num. 10 porzioni di solaio aventi superficie pari a ca. 50x50cm ciascuna). In corrispondenza del muretto perimetrale prevedere demolizione parziale dei blocchetti garantendo la funzionalità del muretto adiacente e soprastante)
- realizzazione di 10 nuovi baggioli in c.a. (dim. 50x50x50cm) infissi sulle strutture esistenti tramite num. 12Ø 16 verticali infissati con resina epossidica tipo Hilti HIT-RE500 e staffati con Ø 12/10cm
- fornitura e posa in opera di num. 5 travi principali HEA200 e 1 trave principale HEA180 di lunghezza variabile ancorate ai nuovi baggioli in c.a. per mezzo di num. 3+3 tirafondi M20 su piastra di base (riempimento di betoncino colabile a ritiro controllato tipo Emaco tra baggiolo e piastra metallica).
- fornitura e posa di travi secondarie HEA 140, HEA 120 e HEA100 e imbullonate alle travi principali e sulle quali poggeranno le nuove unità impiantistiche.
- al termine dell'installazione prevedere ripristino della guaina esistente.

#### 7.5 Esecuzione di prove e verifiche sulle opere e sui materiali

##### 7.5.1 Strutture in acciaio

**Tutte le strutture in acciaio (profilati, piatti e bulloneria) dovranno possedere marcatura CE e dovranno essere accompagnate da Dichiarazione di Prestazione e documenti di trasporto comprovanti la completa tracciabilità del materiale dal produttore fino all'utilizzatore finale.**

La descrizione delle opere e le modalità costruttive delle strutture resistenti in carpenteria metallica sono diffusamente descritte negli elaborati strutturali.

In sede di esecuzione dell'opera ed in funzione dei manufatti che si andranno ad installare, l'appaltatore dovrà presentare alla DL progetto costruttivo delle strutture in acciaio per approvazione prima della realizzazione dell'opera.

Le nuove strutture in carpenteria metallica, compresa la bulloneria strutturale, dovranno rispettare la normativa UNI 1090 parte 1 e parte 2 e dovranno essere accompagnate da marcatura CE e D.o.P ai sensi dell'appendice ZA della suddetta norma.

Per l'esecuzione delle opere in acciaio si faccia riferimento a quanto riportato nella norma UNI EN 1090 parte 1 e parte 2.

Per la qualità dei materiali, i controlli di produzione, i controlli di accettazione in cantiere e le prove sui materiali, fare riferimento a quanto riportato al capitolo 11 delle NTC '08 e sulla Circolare applicativa num. 617.

Tutti gli elementi in acciaio devono esser accompagnati da Documenti di trasporto (completa tracciabilità dal produttore fino all'utilizzato finale), certificati di collaudo di produzione e marcatura CE

Per quanto riguarda le prove e verifiche sui nuovi materiali, si prevede in corso d'opera:

#### Installazione nuove linee vita

- Prove di carico per la linea vita e gli ancoraggi ai sensi della norma uni en 795:2012 e uni cen/ts 16415:2013. Modalità e procedura di prova da stabilire da parte della direzione lavori in sede di esecuzione dell'opera

#### Installazione nuove linee vita

- Prova di carico per gli stafaggi dei corpi sospesi. Modalità, metodologia di prove ed entità dei carichi da applicare saranno stabiliti dalla direzione lavori in sede di esecuzione dell'opera.

#### Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio

##### Generalità

Il direttore dei lavori per le strutture in acciaio dovrà eseguire i seguenti controlli:

- esame visivo;
- controllo chimico che accerti la composizione dei materiali;
- controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano serrati secondo quanto previsto dalla norma cnr uni 10011 (ritirata senza sostituzione) e secondo quanto previsto dalla UNI 3506-1:2010;
- controllo della corretta esecuzione delle saldature (se presenti).



Tali controlli devono essere eseguiti da laboratori ufficiali per evitare contestazioni da parte dell'appaltatore.

#### Esecuzione e controllo delle unioni bullonate

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione e macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbatura al metallo bianco. È ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica.

Il serraggio dei bulloni può essere effettuato mediante chiave dinamometrica a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata o mediante chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ . Le chiavi impiegate per il serraggio e nelle verifiche dovranno essere munite di un certificato di taratura emesso in data non superiore all'anno. Il valore della coppia di serraggio  $T_s$ , da applicare sul dado o sulla testa del bullone, in funzione dello sforzo normale  $N_s$  presente nel gambo del bullone è dato dalla seguente relazione:

$$T_s = 0,20 \cdot N_s \cdot d$$

dove

$d$  è il diametro nominale di filettatura del bullone

$N_s = 0,80 \cdot f_k \cdot N \cdot A_{res}$ , essendo  $A_{res}$  l'area della sezione resistente della vite e  $f_k$ ,  $N$  la tensione di snervamento.

La norma UNI EN ISO 3506-1:2010 detta precise regole riguardo le dimensioni che devono avere i bulloni normali e quelli ad alta resistenza, riguardo i materiali impiegati per le rosette e le piastrine, nonché il modo di accoppiare viti e dadi e il modo in cui devono essere montate le rosette.

Durante il serraggio, la norma consiglia di procedere nel seguente modo:

- serrare i bulloni, con una coppia pari a circa il 60% della coppia prescritta, iniziando dai bulloni più interni del giunto e procedendo verso quelli più esterni;
- ripetere l'operazione, come sopra detto, serrando completamente i bulloni.

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

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per fare ruotare ulteriormente di  $10^\circ$  il dado;
- dopo avere marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, si allenta il dado con una rotazione pari a  $60^\circ$  e poi si riserra, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

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

Il controllo in situ deve essere eseguito verniciando in verde i bulloni che risultano conformi e in rosso quelli non conformi. Le indagini devono essere condotte redigendo delle tabelle, una per ogni collegamento, nelle quali devono essere riportate le seguenti caratteristiche:

- valore della coppia di serraggio;
- mancanza del bullone;
- non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, ecc.

Il valore della coppia di serraggio  $T_s$ , da applicare sul dado o sulla testa del bullone è riportato negli elaborati esecutivi e deve rispettare quanto prescritto nella norma UNI 3506-1:2010.

Sarà cura della DL prescrivere un programma di controllo delle unioni bullonate da realizzarsi durante la costruzione dell'opera.

## **7.5.2 Materiale composito a matrice polimerica in CFRP**

#### Test e prove di laboratorio

Secondo quanto descritto al paragrafo 8.2.5 e descritto dalle Linee Guida del CSLP-STC ovvero dalle NTC '08.

#### Prova di carico in corso d'opera

In corso d'esecuzione, prima della realizzazione delle nuove piste di curling, si prevede l'esecuzione di prova di carico su



num. 2 campate consecutive di solaio per tutta la lunghezza della trave ribassata per la valutazione delle deformate massime in condizioni di esercizio sia in campata su solaio sia su trave di appoggio.

Si prevede l'applicazione dei nuovi carichi permanenti (500 kg/mq) e dei nuovi carichi variabili (300 kg/mq) attraverso serbatoi di opportuna dimensione riempiti d'acqua o liquido simile.

Procedure dettagliate saranno da definire dalla DL e dal collaudatore unitamente all'impresa in sede di esecuzione dell'opera.

#### Controllo e monitoraggio dell'intervento di rinforzo FRP

Una volta che l'intervento di rinforzo sia stato realizzato, è necessario procedere al suo controllo ai fini del collaudo ed, in seguito, al suo eventuale monitoraggio nel tempo. In entrambi i casi è possibile ricorrere sia a prove non distruttive che a prove parzialmente distruttive.

Per l'esecuzione di tali prove sono richieste specifiche qualifiche del personale addetto, come precisato nelle CNR-DT200-R1-2013.

Qualora la configurazione del rinforzo lo consenta, come ad esempio nel caso di applicazioni in avvolgimento, ovvero in presenza di idonei dispositivi di ancoraggio, talune verifiche a carico del substrato possono essere omesse.

#### Controlli di accettazione in cantiere

I sistemi di rinforzo FRP devono essere assoggettati ad una serie di controlli in cantiere che assicurino un livello adeguato delle caratteristiche meccaniche e fisiche e la rispondenza delle stesse ai requisiti richiesti dal Progettista.

I controlli di accettazione in cantiere sono effettuati mediante prove distruttive su provini. Per il numero ed il tipo di prove si rinvia alla **Linea Guida per la Qualificazione ed il Controllo di accettazione di compositi** di cui al paragrafo 8.2.5 del presente documento.

#### Monitoraggio dell'intervento di rinforzo

L'attuale esigua disponibilità di dati relativi al comportamento a lungo termine dei materiali compositi consiglia, in situazioni di particolare rilevanza (con riferimento alla destinazione d'uso della struttura sulla quale si è intervenuti, al numero di elementi rinforzati e all'entità degli incrementi di resistenza conseguiti), un adeguato monitoraggio delle applicazioni. Esso può consistere nell'esecuzione periodica di prove sia non distruttive che semi-distruttive, o di prove mediante sensori incorporati. Lo scopo è quello di tenere sotto controllo i seguenti parametri o solo alcuni di essi:

- ▣ temperatura del rinforzo;
- ▣ umidità dell'ambiente;
- ▣ andamento di spostamenti e deformazioni;
- ▣ continuità e livello di danneggiamento delle fibre;
- ▣ estensione dei difetti di incollaggio.

### 7.5.3 Calcestruzzo armato

#### **Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio**

##### Resistenza caratteristica

Agli effetti delle nuove norme tecniche emanate con **D.M. 14 gennaio 2008**, un calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione. Si definisce *resistenza caratteristica* la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

##### Controlli di qualità del conglomerato

Il controllo di qualità, così come descritto più avanti, consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del conglomerato cementizio, garantendone, così, la conformità alle prescrizioni di progetto.

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

- valutazione preliminare di qualificazione;
- controllo di accettazione;
- prove complementari.

#### VALUTAZIONE PRELIMINARE DI QUALIFICAZIONE

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio (ovvero aggregati, cementi, acque e additivi) e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto (classe di resistenza e classe di consistenza conformi alla norma **UNI EN 206-1**).

Tutti i materiali forniti, se finalizzati all'esecuzione di elementi strutturali, devono essere forniti di un'attestazione di conformità di livello 2+. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

#### CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla direzione dei lavori durante l'esecuzione delle opere e si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali, quali la misura della resistenza a compressione di provini cubici, la misura della lavorabilità mediante l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

#### PROVE COMPLEMENTARI

Comprendono tutta l'attività sperimentale che la direzione dei lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione e/o ove necessario, a integrazione delle precedenti prove.

#### Valutazione preliminare della resistenza caratteristica

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi.

L'appaltatore resta, comunque, responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, che sarà controllata dal direttore dei lavori, secondo le procedure di cui al punto seguente.

#### *Controllo di accettazione*

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera, per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nelle seguenti due tipologie:

- controllo tipo A;
- controllo tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo e il quantitativo di calcestruzzo accettato, se risultano verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella 124.1.

**Tabella 124.1. Controlli di accettazione**

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_l \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$ (numero prelievi 3)	$R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$ (numero prelievi $\geq 15$ )
dove $R_m$ = resistenza media dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ) $R_l$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ) $s$ = scarto quadratico medio.	

Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

#### *Prelievo ed esecuzione della prova a compressione*

##### Prelievo di campioni

Il prelievo di campioni di calcestruzzo deve essere eseguito dalla direzione dei lavori, che deve provvedere a identificare i provini mediante sigle ed etichette e a custodirli in un locale idoneo prima della formatura e durante la stagionatura.

Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, per ogni giorno di getto e per un massimo di 100 m<sup>3</sup> forniti, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.

La campionatura minima per ciascun controllo di accettazione è di tre prelievi di due cubetti ciascuno.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la cosiddetta *resistenza di prelievo*, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.

È obbligo del direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso.

### Dimensioni dei provini

La forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo per le prove di resistenza meccanica sono previste dalla norma **UNI EN 12390-3**. In generale, il lato dei cubetti deve essere proporzionato alla dimensione massima dell'inerte.

La norma **UNI EN 12390-1** indica, come dimensione del lato del provino, quella pari ad almeno tre volte la dimensione nominale dell'aggregato con cui è stato confezionato il calcestruzzo.

In generale, ora devono confezionarsi provini con le seguenti dimensioni nominali:

- cubetti di calcestruzzo:
- lato  $b$  (cm) = 10-15-20-25 e 30;
- tolleranza lunghezza lato:  $\pm 0,5\%$ .
- provini cilindrici:
- diametro  $d$  (cm) = 10-11,30-15-20-25-30;
- altezza pari a due volte il diametro;
- tolleranza altezza cilindro:  $\pm 5\%$ ;
- tolleranza perpendicolarità generatrice rispetto alla base del cilindro del provino:  $\pm 0,5$  mm.
- provini prismatici:
- lato di base  $b$  (cm) = 10-15-20-25 e 30;
- lunghezza maggiore o uguale a  $3,5 b$ ;
- tolleranza lato di base:  $\pm 0,5\%$ ;
- tolleranza perpendicolarità spigoli del provino:  $\pm 5$  mm.

La tolleranza sulla planarità dei provini è di  $\pm 0,000 \cdot 6 d (b)$ .

### Confezionamento dei provini

Il calcestruzzo entro le forme o cubiere deve essere opportunamente assestato e compattato per strati, secondo le prescrizioni della norma **UNI 12390-2**, utilizzando uno dei seguenti metodi:

- barra d'acciaio a sezione quadra (25 mm  $\square$  25 mm) e lunghezza di almeno 38 cm;
- barra di acciaio a sezione circolare con diametro 16 mm e lunghezza di almeno 60 cm;
- tavola vibrante, con diametro in funzione della dimensione più piccola dell'inerte con cui è stato confezionato il calcestruzzo;
- vibratore interno.

Il calcestruzzo, prima di essere collocato nelle casseforme, deve essere opportunamente rimiscelato in apposito recipiente. Il riempimento delle casseformi deve avvenire per strati. La norma **UNI 12390-2** indica almeno due strati con spessore non superiore a 10 cm.

Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua, invece, dovrà essere vibrato nella cubiera mediante tavola vibrante o vibratore a immersione di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.

Dopo la costipazione, la superficie di calcestruzzo nella parte superiore della casseforma deve essere rasata con righello metallico e lisciata con idonea cazzuola o con fratazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione fino alla sformatura.

La sformatura, che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione e in maniera da non danneggiare il provino.

#### Caratteristiche delle casseformi calibrate per provini

Le casseformi calibrate per il confezionamento dei provini di calcestruzzo cubici, cilindrici e prismatici, secondo la norma **UNI EN 12390-1**, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

Preferibilmente devono impiegarsi casseforme in acciaio o in ghisa e le giunture devono essere trattate con specifici prodotti (oli, grasso, ecc.) per assicurare la perfetta tenuta stagna.

Sulle dimensioni (lati e diametro) è ammessa una tolleranza dello  $\pm 0,25\%$ . Le tolleranze sulla planarità delle facce laterali e della superficie della piastra di base variano a seconda che si tratti di casseforme nuove o usate. Per le casseforme per provini cubici o prismatici è ammessa una tolleranza sulla perpendicolarità tra gli spigoli di  $\pm 0,5$  mm. Le modalità di misurazione delle tolleranze geometriche (planarità, perpendicolarità e rettilineità) e dei provini di calcestruzzo e delle casseforme sono illustrate nell'appendice A e B della norma **UNI EN 12390-1**.

Le caratteristiche costruttive delle casseformi devono essere idonee a prevenire eventuali deformazioni durante il confezionamento dei provini. Le casseformi in commercio sono realizzate in:

- materiale composito (di tipo compatto o scomponibile nel fondo e nelle quattro pareti laterali);
- polistirolo espanso (la sformatura del provino da tali casseforme ne comporta la distruzione);
- acciaio (scomponibili e dotate di separatori a incastro nel caso di casseforme a più posti).

L'impiego di tali prodotti verrà autorizzato dal direttore dei lavori solo in presenza del certificato di qualità attestante che i requisiti prestazionali corrispondano a quelli previsti dalla norma **UNI EN 12390-1**.

#### Marcatura dei provini

Il direttore dei lavori deve contrassegnare i provini di calcestruzzo mediante sigle, etichettature indelebili, ecc. Tali dati devono essere annotati nel verbale di prelievo ai fini dell'individuazione dei campioni e per avere la conferma che essi siano effettivamente quelli prelevati in cantiere in contraddittorio con l'appaltatore.

Dopo la marcatura, i provini devono essere inviati per l'esecuzione delle prove ai laboratori ufficiali. Il certificato di prova dovrà contenere tutti i dati dichiarati dal direttore dei lavori, compreso il riferimento al verbale di prelievo.

#### Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere

Il verbale di prelievo dei cubetti di calcestruzzo, che deve essere eseguito in cantiere dal direttore dei lavori in contraddittorio con l'impresa per l'esecuzione di prove presso laboratori ufficiali, deve contenere le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- requisiti di progetto del calcestruzzo;
- modalità di posa in opera;
- identificazione della betoniera;
- data e ora del prelevamento;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- marcatura dei provini;
- modalità di compattazione nelle casseforme (barra d'acciaio a sezione quadrata o a sezione circolare e relativo numero dei colpi necessari per l'assestamento, tavola vibrante, vibratore interno);
- modalità di conservazione dei provini prima della scasseratura;
- modalità di conservazione dei provini dopo la scasseratura;
- dichiarazione, del direttore dei lavori o dell'assistente, delle modalità di preparazione dei provini, in conformità alle prescrizioni della norma **UNI 12390-2**;
- eventuali osservazioni sulla preparazione e sulla conservazione dei provini di calcestruzzo.

Il verbale di prelievo deve essere firmato dal direttore dei lavori e da un rappresentante qualificato dell'impresa esecutrice.

#### Domanda di prova al laboratorio ufficiale

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dal direttore dei lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

#### Conservazione e maturazione

La conservazione e la maturazione dei provini di calcestruzzo devono avvenire presso il laboratorio ufficiale prescelto, a cui devono essere inviati i provini non prima di 24 ore dopo il confezionamento in cantiere.

Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla norma **UNI EN 12390-2** devono essere opportunamente annotate sul verbale.

I provini di calcestruzzo devono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura almeno 2 ore prima dell'inizio della prova. I provini durante il trasporto devono essere opportunamente protetti da danni o essiccamenti. In alcuni particolari casi come nelle prove a 3 e 7 giorni o minori, è necessario l'imballaggio dei provini in segatura o sabbia umida.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la *resistenza di prelievo*, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

#### Resoconto della prova di compressione

I certificati emessi dai laboratori ufficiali prove, come previsto dalle norme tecniche, devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- un'identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente i lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova e il riferimento al verbale di prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

#### **Controlli sul calcestruzzo fresco**

Prove per la misura della consistenza

La consistenza, intesa come lavorabilità, non è suscettibile di definizione quantitativa, ma soltanto di valutazione relativa del comportamento dell'impasto di calcestruzzo fresco secondo specifiche modalità di prova.

I metodi sottoelencati non risultano pienamente convergenti, tanto che le proprietà del calcestruzzo risultano diverse al variare del metodo impiegato. In sostanza, il tipo di metodo andrà riferito al tipo di opera strutturale e alle condizioni di getto. Il metodo maggiormente impiegato nella pratica è quello della misura dell'abbassamento al cono.

Le prove che possono essere eseguite sul calcestruzzo fresco per la misura della consistenza sono:

- prova di abbassamento al cono (slump test);
- misura dell'indice di compattabilità;
- prova Vebè;
- misura dello spandimento.

La norma **UNI EN 206-1** raccomanda di interpretare con cautela i risultati delle misure quando i valori misurati cadono al di fuori dei seguenti limiti:

- abbassamento al cono:  $\geq 10$  mm e  $\leq 210$  mm;
- tempo Vebè:  $\leq 30$  secondi e  $> 5$  secondi;
- indice di compattabilità:  $\geq 1,04$  e  $< 1,46$ ;
- spandimento:  $> 340$  mm e  $\leq 620$  mm.

**Tabella 125.1. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dell'abbassamento al cono (fonte: *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

Classe di consistenza	Abbassamento (mm)	Denominazione corrente
S1	Da 10 a 40	Umida
S2	Da 50 a 90	Plastica
S3	Da 100 a 150	Semifluida
S4	Da 160 a 210	Fluida
S5	$> 210$	-

**Tabella 125.2. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante il metodo Vebè (fonte: *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

Classe di consistenza	Tempo Vebè (s)
V0	$\leq 31$
V1	Da 30 a 21
V2	Da 20 a 11
V3	Da 10 a 6
V4	Da 5 a 3

**Tabella 125.3. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dello spandimento (fonte: *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

Classe di consistenza	Spandimento (mm)
-----------------------	------------------



FB1	≤ 340
FB2	Da 350 a 410
FB3	Da 420 a 480
FB4	Da 490 a 550
FB5	Da 560 a 620
FB6	□ 630

**Tabella 125.4. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante dell'indice di compattabilità (fonte: *Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

Classe di consistenza	Indice di compattabilità
C0	□ 1,46
C1	Da 1,45 a 1,26
C2	Da 1,25 a 1,11
C3	Da 1,10 a 1,04

#### Controllo della composizione del calcestruzzo fresco

La prova prevista dalla norma **UNI 6393** (ritirata senza sostituzione) è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco, al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.

La prova potrà essere chiesta dal direttore dei lavori in caso di resistenza a compressione non soddisfacente o per verificare la composizione del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Il metodo non è applicabile per i calcestruzzi nei quali la dimensione massima dell'aggregato superi 31,5 mm e per il calcestruzzo indurito prelevato da getti in opera.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni di quantità variabile da 3 a 10 kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua. Il campionamento deve essere eseguito secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI EN 12350-1**.

Al metodo di controllo della composizione del calcestruzzo fresco è attribuita una precisione di circa il 3%.

Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding)

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (**UNI 7122**) ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come volume d'acqua essudata per unità di superficie:  $\text{cm}^3/\text{cm}^2$ ) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo subito dopo la sua compattazione.

La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con dimensione massima maggiore di 40 mm.

L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo devono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

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

Le finalità

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni (**D.M. 14 gennaio 2008**) prevedono esplicitamente (paragrafo 11.2.5) l'effettuazione di un controllo di accettazione del calcestruzzo in relazione alla resistenza caratteristica a compressione prescritta. Qualora i valori di resistenza a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto o qualora sorgano dubbi sulla qualità del calcestruzzo, è facoltà del direttore dei lavori richiedere l'effettuazione di prove direttamente sulle strutture. In questi casi, si dovrà tenere nel debito conto gli effetti che sui prelievi in opera hanno avuto la posa in opera e la stagionatura del calcestruzzo. Per tale ragione, la verifica o il prelievo del calcestruzzo indurito non possono essere sostitutivi dei controlli d'accettazione da eseguirsi su provini prelevati e stagionati in conformità alle relative norme UNI.

La conformità della resistenza non implica necessariamente la conformità nei riguardi della durabilità o di altre caratteristiche specifiche del calcestruzzo messo in opera. Analogamente, la non conformità della resistenza valutata in una posizione non implica la non conformità di tutto il calcestruzzo messo in opera.

La stima della resistenza *in situ* dalla struttura può essere richiesta anche ai fini della valutazione della sicurezza di edifici esistenti, per esempio quando ricorra uno dei seguenti casi:

- riduzione evidente della capacità resistente di elementi strutturali;
- azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura) che abbiano compromesso la capacità resistente della struttura;
- degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali (in relazione alla durabilità dei materiali stessi);
- verificarsi di azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) significative e di situazioni di funzionamento e uso anomalo;

- distorsioni significative imposte da deformazioni del terreno di fondazione;
- provati errori di progetto o esecuzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili;
- interventi non dichiaratamente strutturali (impiantistici, di ridistribuzione degli spazi, ecc.) qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale.

Le modalità d'indagine, ovviamente, sanno diversificate a seconda che sia necessario:

- stimare la stabilità di un'intera struttura;
- determinare la qualità di singoli elementi.

In ogni caso, il numero di campioni prelevati dipende:

- dal grado di fiducia che si intende affidare alla stima della resistenza;
- dalla variabilità dei dati o risultati che si presume di ottenere.

#### Pianificazione delle prove in opera

Le regioni di prova, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove sul calcestruzzo in opera, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza meccanica della struttura o di una sua parte interessata all'indagine secondo i criteri previsti dalla **UNI EN 13791**.

Le aree e i punti di prova devono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agli obiettivi. La dimensione e la localizzazione dei punti di prova dipendono dal metodo prescelto, mentre il numero di prove da effettuare dipende dall'affidabilità desiderata nei risultati. La definizione e la divisione in regioni di prova di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statisticamente e qualitativamente a una medesima popolazione di calcestruzzo.

Nella scelta delle aree di prova si deve tener conto che, in ogni elemento strutturale eseguito con getto continuo, la resistenza del calcestruzzo in opera diminuisce progressivamente dal basso verso l'alto. Nel caso in cui si voglia valutare la capacità portante di una struttura, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone più sollecitate dell'edificio. Nel caso in cui si voglia valutare il tipo o l'entità di un danno, invece, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone dove si è verificato il danno o si suppone sia avvenuto. In quest'ultimo caso, per poter effettuare un confronto, è opportuno saggiare anche una zona non danneggiata.

#### Predisposizione delle aree di prova

Le aree e le superfici di prova vanno predisposte in relazione al tipo di prova che s'intende eseguire, facendo riferimento al fine cui le prove sono destinate, alle specifiche norme UNI e alle indicazioni del produttore dello strumento di prova.

In linea di massima e salvo quanto sopra indicato, le aree di prova devono essere prive di evidenti difetti che possano inficiare il risultato e la significatività delle prove stesse (vespai, vuoti, occlusioni, ecc.), di materiali estranei al calcestruzzo (intonaci, collanti, impregnanti, ecc.), nonché di polvere e impurità in genere.

L'eventuale presenza di materiale estraneo e/o di anomalie sulla superficie deve essere registrata sul verbale di prelievo e/o di prova.

In relazione alla finalità dell'indagine, i punti di prelievo o di prova possono essere localizzati in modo puntuale, per valutare le proprietà di un elemento oggetto d'indagine o casuale, per valutare una partita di calcestruzzo indipendentemente dalla posizione.

In quest'ultimo caso, il campionamento dovrebbe essere organizzato in modo da stimare tutta la popolazione del calcestruzzo costituente il lotto.

Dal numero di carote estratte o di misure non distruttive effettuate dipende la significatività della stima della resistenza.

La tabella 126.1 riporta, in maniera sintetica e a scopo esemplificativo, i vantaggi e gli svantaggi dei metodi d'indagine più comuni.

**Tabella 126.1. Vantaggi e svantaggi dei metodi di indagine più comuni**

Metodo di prova	Costo	Velocità di esecuzione	Danno apportato alla struttura	Rappresentatività dei dati ottenuti	Qualità della correlazione fra la grandezza misurata e la resistenza
Carotaggio	Elevato	Lenta	Moderato	Moderata	Ottima
Indice di rimbalzo	Molto basso	Veloce	Nessuno	Interessa solo la superficie <sup>1</sup>	Debole
Velocità di propagazione di ultrasuoni	Basso	Veloce	Nessuno	Buona (riguarda tutto lo spessore)	Moderata <sup>2</sup>
Estrazione di inserti	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Buona
Resistenza alla penetrazione	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Moderata

<sup>1</sup> La singola determinazione è influenzata anche dallo stato della superficie dell'area di prova (umidità, carbonatazione, ecc.). <sup>2</sup> La misura si correla bene con il modulo elastico del materiale.

La bontà della correlazione tra modulo elastico e resistenza meccanica può dipendere dalle caratteristiche del conglomerato.

I metodi più semplici e che arrecano il minor danno alle superfici delle strutture, quali l'indice di rimbalzo e la velocità di propagazione, richiedono, per la predizione della resistenza, calibrazioni complesse. L'indagine mediante carotaggio, invece, non richiede (quasi) correlazione per l'interpretazione dei dati ma, per contro, provoca un danno elevato e risulta lenta e costosa. Il carotaggio è, comunque, il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi. Nella scelta della metodologia si deve tener conto delle specifiche capacità e caratteristiche.

L'indice di rimbalzo permette di valutare le caratteristiche anche dopo breve periodo di maturazione, ma il risultato riguarda solo la superficie esterna.

La velocità di propagazione, generalmente, operando per trasparenza, richiede l'accessibilità di due superfici opposte e fornisce indicazioni sulla qualità del conglomerato all'interno della struttura. La misura della resistenza alla penetrazione e della forza di estrazione caratterizzano la superficie esterna (più in profondità dell'indice di rimbalzo). La prima è più idonea a saggiare elementi di grosse dimensioni, la seconda è più adatta anche per elementi di ridotte dimensioni. La numerosità dei punti di prova è un compromesso tra accuratezza desiderata, tempo d'esecuzione, costo e danno apportato alla struttura.

A titolo esemplificativo, la tabella 126.2 riporta alcune indicazioni circa i valori tipici di riferimento per la variabilità e i limiti di confidenza nella stima della resistenza ottenibili con diversi metodi di prova. La stessa tabella riporta un'indicazione di massima riguardante il numero minimo di prove da effettuare in una specifica area di prova.

**Tabella 126.2. Valori tipici di riferimento per la variabilità e i limiti di confidenza nella stima della resistenza ottenibili con diversi metodi di prova**

Metodo di prova	Coefficiente di variazione dei valori ottenuti su un elemento strutturale di buona qualità (%)	Limiti di confidenza ( $\pm\%$ ) al 95% nella stima della resistenza	Numero di prove o di campioni relativo ad un'area di prova
Carotaggio	10	10	3

Indice di rimbalzo	4	25	12
Velocità di propagazione	2,5	20	1
Resistenza alla penetrazione	4	20	3
Forza d'estrazione	15	15	9

### Elaborazione dei risultati

Un'indagine mirata alla stima della resistenza in opera comporta genericamente l'esame di risultati provenienti da prove di resistenza meccanica su carote e/o di dati ottenuti da metodi non distruttivi. Se la numerosità (complessiva) dei risultati relativi a un'area di prova è pari a tre, numero minimo accettabile, si può stimare solamente la resistenza media.

Si ribadisce che per stimare la resistenza caratteristica del calcestruzzo in opera bisogna fare riferimento al procedimento previsto dalla norma **UNI EN 13791**, paragrafi 7.3.2 e 7.3.3, nel caso di utilizzo di metodo diretto (carotaggio), o paragrafo 8.2.4, nel caso di utilizzo di metodo indiretto.

### Carotaggio

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo *in situ* può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) prelevati dalle strutture in numero non inferiore a tre. L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori devono essere ripristinati con malte espansive e a ritiro compensato.

Il carotaggio può risultare improprio per verificare le caratteristiche di calcestruzzi di bassa resistenza ( $R_c \leq 20 \text{ N/mm}^2$ ) o alle brevi scadenze, poiché sia il carotaggio sia la lavorazione delle superfici possono sgretolare e compromettere l'integrità del conglomerato di resistenza ridotta.

Ai fini della determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo in situ è necessario applicare i necessari fattori di correzione poiché i risultati forniti dalla prova a compressione delle carote non corrispondono esattamente a quelli che si otterrebbero con le prove a compressione condotte su cubi confezionati durante il getto, a causa della diversità dell'ambiente di maturazione, della direzione del getto rispetto a quella di carotaggio, dei danni prodotti dall'estrazione, ecc. I fattori di influenza sono quelli descritti dall'allegato A alla norma **UNI EN 13791**.

### Linee generali

Si devono prendere in considerazione le seguenti avvertenze:

- il diametro delle carote deve essere almeno superiore a tre volte il diametro massimo degli aggregati (i diametri consigliati sono compresi tra 75 e 150 mm);

- le carote destinate alla valutazione della resistenza non dovrebbero contenere ferri d'armatura (si devono scartare i provini contenenti barre d'armatura inclinate o parallele all'asse);
- per ottenere la stima attendibile della resistenza di un'area di prova devono essere prelevate e provate almeno tre carote;
- il rapporto lunghezza/diametro delle carote deve essere uguale a 1 e diametro = 100 mm. Si deve evitare che i provini abbiano snellezza inferiore a uno o superiore a due;
- i campioni estratti (e i provini) devono essere protetti nelle fasi di lavorazione e di deposito rispetto all'essiccazione all'aria. Salvo diversa prescrizione, le prove di compressione devono essere eseguite su provini umidi;
- nel programmare l'estrazione dei campioni si deve tener conto che la resistenza del calcestruzzo dipende dalla posizione o giacitura del getto;
- è necessario verificare accuratamente, prima di sottoporre i campioni alla prova di compressione, la planarità e l'ortogonalità delle superfici d'appoggio. La lavorazione o la preparazione inadeguata dei provini porta, infatti, a risultati erronei. Il semplice taglio e la molatura delle superfici di prova possono non soddisfare i requisiti di parallelismo e planarità richiesti dalle norme.

#### Area di prova o di prelievo

Le carote devono essere prelevate nell'individuata regione di prova e in particolare in corrispondenza degli elementi strutturali nei quali è stato posto in opera il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione o laddove il direttore dei lavori ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Nell'individuazione delle aree di carotaggio dovranno essere rispettati i seguenti accorgimenti e quelli indicati dalla **UNI EN 12504-1**:

- devono essere lontane dagli spigoli e dai giunti in cui è presente poca o nessuna armatura;
- devono riguardare zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- devono essere lontane dalle parti sommitali dei getti;
- devono essere evitati i nodi strutturali.

L'estrazione dei provini di calcestruzzo indurito deve avvenire almeno dopo 28 giorni di stagionatura.

In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei e parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

#### Verbale di prelevamento dei campioni di calcestruzzo indurito

Il verbale di prelievo dei campioni di calcestruzzo indurito, redatto secondo la **UNI EN 12504-1**, deve contenere almeno le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- forma e dimensione dei provini;
- numero e sigla di ciascun campione;
- data del getto;
- data del prelievo delle carote;
- modalità di estrazione e utensile impiegato.

Metodi indiretti per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera

Come metodi indiretti devono essere presi in considerazione i metodi più consolidati nella pratica dei controlli non distruttivi: indice di rimbalzo, pull-out e misura della velocità di propagazione.

I metodi indiretti (indice di rimbalzo, velocità di propagazione degli impulsi e forza di estrazione) dovranno rispettare le linee guida della stessa **UNI EN 13791** mediante la correlazione tra i risultati dei metodi di prova indiretti e la resistenza a compressione su carote prelevate dalla struttura in esame. Il carotaggio è il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi.

La legge di correlazione deve essere determinata utilizzando un adeguato numero di campioni, ottenuti mediante carotaggio dalla struttura in esame e sottoposti a indagine non distruttiva prima della loro rottura.

Il direttore dei lavori deve condurre una preliminare campagna di analisi con metodi indiretti al fine di programmare le posizioni di prelievo delle carote, anche sulla base del grado di omogeneità del volume di calcestruzzo in esame ed eventualmente di suddividere l'area in esame in lotti entro i quali sia possibile definire statisticamente l'omogeneità del calcestruzzo.

I fattori di influenza dei risultati dei metodi indiretti sono quelli descritti dall'allegato B alla norma **UNI EN 13791**.

#### Calibrazione delle curve di correlazione tra risultati di prove non distruttive e la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera

La stima della resistenza a compressione del calcestruzzo in opera, mediante metodi non distruttivi, si deve basare sull'impiego di correlazioni tra il parametro non distruttivo proprio del metodo impiegato e la resistenza a compressione del calcestruzzo in esame mediante prove su carote come prescritto dalla norma **UNI EN 13791**. I metodi indiretti, dopo la calibrazione mediante prove su carote, possono essere impiegati:

- singolarmente;



- in combinazione con altri metodi indiretti;
- in combinazione con altri metodi indiretti e diretti (carote).

Le curve di correlazione fornite a corredo delle apparecchiature di prova non risultano, nella generalità dei casi, del tutto adeguate, poiché il loro sviluppo è basato sull'uso di determinati tipi di calcestruzzo e su prefissate condizioni di prova. L'andamento della legge di correlazione può essere assunto predefinito per ciascun metodo di indagine, a meno di costanti che possono essere determinate utilizzando un campione di carote di adeguata numerosità, sottoposte a indagine non distruttiva prima della loro rottura. È, perciò, essenziale predisporre tavole di calibrazione per il tipo specifico di calcestruzzo da sottoporre a prova, utilizzando i risultati delle prove su carote portate a rottura dopo l'esecuzione sulle stesse di prove indirette oltre a quelle eseguite in opera nello stesso punto di estrazione della carota stessa.

È opportuno che le carote utilizzate per la calibrazione siano non meno di tre. I valori numerici delle costanti che precisano l'andamento delle leggi di correlazione possono essere ottenuti applicando tecniche di minimizzazione degli errori.

#### Determinazione di altre proprietà del calcestruzzo in opera: dimensioni e posizione delle armature e stima dello spessore del copriferro

La misurazione dello spessore del copriferro delle armature e l'individuazione delle barre di armatura può essere effettuata utilizzando dispositivi denominati *misuratori di ricoprimento* o *pacometri*.

#### Stima della resistenza del calcestruzzo in opera

La resistenza dei provini estratti per carotaggio generalmente è inferiore a quella dei provini prelevati e preparati nel corso della messa in opera del calcestruzzo e stagionati in condizioni standard.

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni hanno quantificato l'entità di tale differenza, riconducibile alle caratteristiche del materiale, alle modalità di posa in opera, di stagionatura e di esposizione, ritenendo accettabile un calcestruzzo il cui valore medio di resistenza a compressione ( $R_{opera,m}$ ), determinato con tecniche opportune (carotaggi e/o controlli non distruttivi), sia almeno superiore all'85% del valore medio della resistenza di progetto  $R_{progetto,cm}$ :

$$R_{opera, m} \geq 0,85 R_{progetto, cm} \quad \text{N/mm}^2$$

Alla necessità di effettuare correttamente la stima delle condizioni al contorno, caratteristiche di ciascuna opera, e di garantire adeguatamente la normalizzazione delle procedure di prova, indispensabili per la riproducibilità e la ripetibilità dei risultati sperimentali, si aggiunge l'esigenza di

definire correttamente il valore, indicato dalle Norme tecniche, da assumere per la resistenza media di progetto  $R_{progetto,cm}$ .

Il controllo della resistenza del calcestruzzo in opera deve essere eseguito in conformità alla norma **UNI EN 13791**, che stabilisce il passaggio dalla resistenza caratteristica cubica di progetto  $R_{ck}$  alla resistenza caratteristica cilindrica di progetto  $f_{ck}$ , con la seguente relazione:

$$f_{ck} = 0,85 R_{ck} \quad \text{N/mm}^2$$

Al punto 6, tabella 1, della stessa norma, sono riportati per ciascuna classe di resistenza i valori caratteristici minimi accettabili. La  $R_{opera,ck}$  deve essere determinata secondo il punto 7 della stessa norma **UNI EN 13791** che prevede un controllo di tipo statistico nel caso che la numerosità dei prelievi sia maggiore di 15 (Approccio A, p. 7.3.2) e un controllo alternativo nel caso di una minore numerosità dei prelievi (Approccio B, p. 7.3.3.); in sintesi si dovrà confrontare:

$$R_{opera,ck} \geq 0,85 R_{progetto,ck} \quad \text{N/mm}^2$$

Il rapporto di valutazione della resistenza calcestruzzo in opera deve essere conforme al punto 10 della norma **UNI EN 13791**.

La non conformità dei controlli d'accettazione

Le indagini per la valutazione del calcestruzzo in opera, in caso di non conformità dei controlli d'accettazione dovranno rispettare i criteri previsti dal paragrafo 9 della norma **UNI EN 13791**:

1) In una regione di prova comprendente diversi lotti di calcestruzzo con 15 o più risultati di prove su carote, se:

$$f_{opera,m} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} + 1,48 s)$$

e

$$f_{opera,min} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} - 4)$$

dove

$f_{progetto,ck}$  = resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo prevista in progetto

$f_{opera,m}$  = valore medio delle resistenza a compressione delle carote

$f_{opera,min}$  = valore minimo di resistenza a compressione delle carote

$s$  = scarto quadratico medio dei risultati sperimentali. Se il valore di  $s$  è minore di 2,00 N/mm<sup>2</sup> si assume pari a 2,00 N/mm<sup>2</sup>.

Il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di resistenza sufficiente e conforme alla EN 206-1.

2) In alternativa, previo accordo tra le parti, qualora fossero disponibili 15 o più risultati di prove indirette e i risultati di almeno 2 carote prelevate da elementi strutturali, per i quali i risultati sui campioni convenzionali avevano fornito valori di resistenza più bassi, se:

$$f_{opera,min} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} - 4)$$

il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di adeguata resistenza.

3) In una piccola regione di prova contenente pochi lotti di calcestruzzo, al limite uno, il direttore dei lavori deve ricorrere all'esperienza per selezionare l'ubicazione dei 2 punti di prelievo delle carote e se:

$$f_{opera,min} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} - 4)$$

il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di adeguata resistenza.

Se la regione di prova è ritenuta contenente calcestruzzo di resistenza adeguata, è conforme anche la popolazione calcestruzzo al quale è riferito il controllo.

## 8 LEGISLAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### 8.1 Generalità

Gli impianti devono essere realizzati rispettando le seguenti disposizioni legislative e normative; ad esse si farà riferimento, per quanto di competenza, anche in sede di collaudo finale.

Gli impianti devono inoltre essere conformi in ogni loro parte e nel loro insieme alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti agenti in campo locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzioni, come ad esempio:

- normative ISPESL, ASL e ARPA;
- disposizioni dei vigili del fuoco di qualsiasi tipo;
- regolamenti e prescrizioni comunali relative alla zona di realizzazione dell'opera

Si precisa che l'Appaltatore deve assumere in loco, sotto la sua completa ed esclusiva responsabilità, le necessarie informazioni presso le sedi locali ed i competenti uffici dei vari Enti e di prendere con essi ogni necessario accordo inerente la realizzazione degli impianti.

### 8.2 Corpo legislativo

#### 8.2.1 Leggi per l'ambiente

- D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– norme in materia ambientale;
- D.M. 6 aprile 2004 n. 174;
- Leggi regionali o provinciali.

#### 8.2.2 Leggi per il contenimento e il risparmio dell'energia

- D.M. del 26 giugno 2009 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed

allegati – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici;

- D.P.R. n. 59 del 2 aprile 2009 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia;
- D.Lgs. n. 115 del 30 maggio 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE;
- D.M. 11 Marzo 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Attuazione dell'articolo 1, comma 24, lettera a) della L. 24 dicembre 2007, n. 244, per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'articolo 1 della L. 27 dicembre 2006, n. 296;
- D.Lgs. n. 311 del 29 dicembre 2006 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs. n. 192/2005;
- D.Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- regolamento di attuazione dell'art. 4 comma 4 della L. n. 10 del 9 gennaio 1991;
- L. n. 10 del 9 gennaio 1991 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati, relativa al contenimento dei consumi energetici per usi termici negli edifici;
- Leggi regionali o provinciali.
- Leggi per le fonti energetiche rinnovabili e alternative
- D.Lgs. n. 28 del 3 marzo 2011 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;
- D.M. del 2 marzo 2009 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- Disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, relativo all'estensione del premio incentivante per gli impianti fotovoltaici abbinati ad un uso efficiente dell'energia;
- D.M. del 3 marzo 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed

allegati– disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, ai sensi dell'art. 1, comma 349, della L. n. 296 del 27 dicembre 2006;

- Circolare n. 46 E del 19 luglio 2007 (Agenzia delle entrate);
- Delibera n. 90 del 11 aprile 2007 (Autorità per l'energia elettrica e il gas);
- D.M. del 19 febbraio 2007 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, ai sensi dell'art. 1, comma 349, della L. n. 296 del 27 dicembre 2006;
- D.Lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità;
- Leggi regionali o provinciali.

### **8.2.3 Leggi sulla sicurezza degli impianti, cantieri e luoghi di lavoro**

- D. 4 febbraio 2011 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – Definizione dei criteri per il rilascio delle autorizzazioni di cui all'articolo 82, comma 2), lettera c), del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81;
- D.Lgs. n. 81 del 9 aprile 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – attuazione dell'art. 1 della L. n. 123 del 3 agosto 2007 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - regolamento ....., recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- D.Lgs. n. 25 del 2 febbraio 2002 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – attuazione della Direttiva 98/24/CE sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro;
- D.M. del 10 marzo 1998 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
- L. n. 46 del 5 marzo 1990 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati– norme per la sicurezza degli impianti (per i soli art. 8,14,16 non abrogati)
- Circolare del Ministero dell'interno - Dip. VV.FF., del 1 aprile 2011, n. 1689 Locali di pubblico spettacolo di tipo temporaneo o permanente. Verifica della solidità e sicurezza dei

carichi sospesi.

#### **8.2.4 Leggi per l'acustica**

Nazionali:

- D.M. 16 Marzo 1998 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 5 Dicembre 1997 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- D.P.C.M. 14 Novembre 1997 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- L. 26 Ottobre 1995, n. 447 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Legge quadro sull'inquinamento acustico.

#### **8.2.5 Principali leggi e decreti di prevenzione incendi**

- D.P.R. 01.08.2011, n. 151 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122"
- D.M. 25.10.2007 "Modifiche al decreto 10 marzo 2005, concernente " Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso di incendio" "
- D.M. 09.03.2007 "Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei Vigili del fuoco"
- D.M. 16.02.2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione"
- D.M. 10.03.2005 " Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso di incendio"
- D.M. 15.03.05 "Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo"
- D.M. 07.01.2005 "Norme tecniche e procedurali per la classificazione ed omologazione di estintori portatili di incendio"
- D.M. 30.11.83 "Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi"
- D.P.R. 10.3.1998 "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione

dell'emergenza nei luoghi di lavoro”

- D.M. 19/08/96 – Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo
- D.M. 18/03/96 – Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi
- Decreto 31/03/03 Ministero dell'Interno – Requisiti di resistenza al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e di ripresa dell'aria.
- D.M. 03/08/2015 - Nuove norme di prevenzione incendi

#### 8.2.6 Principale normativa Opere strutturali

Si riporta di seguito elenco indicativo e non esaustivo delle principali norme di carattere strutturali attualmente vigenti.

- D.M. 14 gennaio 2008 - Approvazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni;
- D.M. 6 maggio 2008 - Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare 2 febbraio 2009 Circolare contenente le Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 14 gennaio 2008
- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1090-1 Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio – Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali
- UNI EN 1090-2 Esecuzione di strutture in acciaio e alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio
- UNI CEN/TS 16415:2013 Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Dispositivi di ancoraggio - Raccomandazioni per dispositivi di ancoraggio per l'uso da parte di più persone contemporaneamente.
- UNI EN 765:2012 Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Dispositivi di ancoraggio.
- UNI EN 516 Accessori prefabbricati per coperture - Installazioni per l'accesso al tetto - Passerelle, piani di camminamento e scalini posapiede.
- UNI EN 517 Accessori prefabbricati per coperture - Ganci di sicurezza da tetto.
- D.G.R. 23.05.2016 N°6/R Regolamento regionale recante: “Norme in materia di sicurezza per l'esecuzione dei lavori in copertura (Articolo 15, legge regionale 14 luglio 2009 n. 20). Abrogazione del regolamento regionale 16 maggio 2016 n. 5/R”.



- uni 552 - Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni;
- uni 3158 - Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove;
- uni env 1090-1 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici;
- uni env 1090-2 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo;
- uni env 1090-3 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento;
- uni env 1090-4 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi;
- uni env 1090-6 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile;
- uni en iso 377 - Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche;
- uni en 10002-1 - Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente);
- uni en 10045-1 - Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova.
- uni en iso 898-1 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere;
- uni en 20898-2 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso;
- uni en 20898-7 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm;
- uni en 5592 - Dadi esagonali normali. Filettatura metrica iso a passo grosso e a passo fine. Categoria C;
- uni en iso 4016 - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C.
- uni en 10210-1 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura;
- uni en 10210-2 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo;
- uni en 10219-1 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura;



- uni en 10219-2 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.
- uni en 10025-1 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;
- uni en 10025-2 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;
- uni en 10025-3 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;
- uni en 10025-4 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;
- uni en 10025-5 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;
- uni en 10025-6 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.
- Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- CNR-DT 200 R1/2013 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati. Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p., strutture murarie.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - "Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti".
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Servizio Tecnico Centrale - "Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive – Febbraio 2008".
- ISO 13002 e UNI EN 13002-2 (fibre di carbonio),
- resine: ISO 178, ISO 527, ISO 11359; quelle utilizzate per solidarizzare i sistemi di rinforzo realizzati in situ alla struttura da consolidare devono essere conformi alla norma UNI EN 1504-4.

### 8.2.7 Corpo normativo Opere Edili – Generalità

Tutte le Opere devono essere conformi alla legislazione e alla normativa vigenti.

In particolare devono essere rispettati i dettami di:

- direttive della UE, se direttamente applicabili;
- leggi, decreti e circolari dello Stato Italiano;
- istruzioni e norme di enti normatori (UNI, CEI, CEN, ISO, ecc.),
- fermo restando il concetto generalmente applicabile dell'esecuzione "a perfetta regola d'arte".

Il reperimento della normativa, anche sopravvenuta all'aggiudicazione definitiva, è a carico dell'Appaltatore.

Qualora eventuali norme particolari non risultassero applicabili, l'Appaltatore, prima dell'esecuzione dei Lavori, dovrà darne tempestiva segnalazione alla Direzione Lavori, alla quale spetta l'esclusiva competenza per decisioni alternative o deroghe.

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva sui prodotti da costruzione in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio (Estratto dalla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea n. L88/5 del 4 aprile 2011). Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE corrispondente.

### 8.2.8 Norme tecniche di costruzione

- NTC2008 - "Norme tecniche per le costruzioni" D.M. 14 Gennaio 2008

### 8.2.9 Corpo normativo

#### 8.2.9.1 Generalità

Devono essere rispettate tutte le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, CEI, anche se non menzionate espressamente e singolarmente, riguardanti ambienti, classificazioni, calcoli, dimensionamenti, macchinari, materiali, componenti, lavorazioni che in maniera diretta o indiretta abbiano attinenza con le opere di cui si tratta nel presente progetto. Vengono comunque richiamate nel seguito del presente paragrafo, per motivi di praticità e chiarezza, ma non certo a titolo esaustivo, alcune (le più significative) fra le norme sopra citate, di riferimento per i lavori in oggetto.

In mancanza di normativa nazionale, o comunque in caso di particolari esigenze, si farà riferimento a normative straniere (ad esempio ASHRAE, DIN, ISO, NFPA, ecc.), che saranno espressamente richiamate nel seguito.

#### 8.2.9.2 Norme uni/uni en, ecc. per l'acustica

- UNI 8199:1998. Acustica – Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione.

#### 8.2.9.3 Norme UNI/UNI EN, ecc. per energia – gestione e contabilizzazione

- UNI 10200:2005. Impianti di riscaldamento centralizzati - Ripartizione delle spese di riscaldamento.
- UNI CEI EN 15900:2010. Efficienza energetica dei servizi - Definizioni e requisiti.
- UNI CEI EN ISO 50001:2011. Sistemi di gestione dell'energia - Requisiti e linee guida per l'uso.

#### 8.2.9.4 Norme UNI/UNI EN, ecc., per gli impianti di climatizzazione – misure, collaudo e manutenzione degli impianti

- UNI 5634:1997. Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi;
- UNI 11169:2006. Impianti di climatizzazione degli edifici - Impianti aeraulici ai fini di benessere - Procedure per il collaudo;
- UNI EN 12599:2001. Ventilazione per edifici. Procedure di prova e metodi di misurazione per la presa in consegna di impianti installati di ventilazione e di condizionamento dell'aria;
- UNI EN 15239:2008. Ventilazione degli edifici - Prestazione energetica degli edifici - Linee guida per l'ispezione dei sistemi di ventilazione;
- EN 15240:2008. Ventilazione degli edifici - Prestazione energetica degli edifici - Linee guida per l'ispezione dei sistemi di climatizzazione.

#### 8.2.9.5 Norme UNI/UNI EN, ecc., per gli impianti frigoriferi e pompe di calore

- UNI EN 378-1:2011. Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 1: Requisiti di base, definizioni, classificazione e criteri di selezione;
- UNI EN 378-2:2009. Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 2: Progettazione, costruzione, prove, marcatura e documentazione;
- UNI EN 378-3:2008. Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 3: Installazione in sito e protezione delle persone;
- UNI EN 378-4:2008-07. Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 4: Esercizio, manutenzione, riparazione e riutilizzo;

- UNI 11135:2004. Condizionatori d'aria, refrigeratori d'acqua e pompe di calore - Calcolo dell'efficienza stagionale.

#### 8.2.9.6 Norme UNI e CEI per gli impianti elettrici

- Decreto Ministeriale 1 febbraio 1986 norme di sicurezza antincendi per la costruzione e l'esercizio di autorimesse e simili;
  - Legge n°186 del 10 Marzo 1968: "Disposizione concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici";
  - Decreto legislativo 9 aprile 2008, n°81 (DL 81/08) "Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro" (ex 626/94).;
  - Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37: "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici (G.U. n. 61 del 12 marzo 2008)";
  - Decreto Ministeriale n°48 del 26 giugno 1984: "Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi";
  - Norma CEI 64-8: impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
  - Norma CEI 20-22 "Prove d'incendio su cavi elettrici";
  - Norma CEI EN 60332 (CEI 20-35) " Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d' incendio";
  - Norma CEI 20-37 "Cavi elettrici - Prove sui gas emessi durante la combustione";
  - Norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri b.t.) - parte 1: apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)".
  - Norma CEI EN 61439-2 (CEI 17-114): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri b.t.) - parte 2: prescrizioni particolari per i condotti sbarre";
  - Norma CEI 64-50: guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici, utilizzatori, ausiliari;
  - Norma CEI 64-12: guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- Norme CEI/CEI EN applicabili per le singole apparecchiature e