

# COMUNE DI VARALLO POMBIA

PROVINCIA DI NOVARA

## COSTRUZIONE DI CENTRO DI COTTURA CON ANNESSA MENSA SCOLASTICA IN VIA LANA

### PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO	DENOMINAZIONE
<b>11.01</b>	<b>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO</b>

INDICE DELLE REVISIONI		
NUMERO	NOTE	DATA
DATA		NOME FILE
ottobre 09		

PROGETTAZIONE GENERALE <b>Ing. F. CANCIAN</b>	GEOLOGIA <b>Geol. F. EPIFANI</b>
PROGETTAZIONE GENERALE <b>Arch. G. SAVOIA</b>	GEOLOGIA <b>Geol. A. RECH</b>
PROGETTAZIONE IMPIANTI <b>P.i. F. ZANINETTI</b>	RESPONSABILE ELABORATO <b>Ing. F. CANCIAN</b>

CANCIAN & SAVOIA - ARCHITETTI E INGEGNERI ASSOCIATI - part. I.V.A. 01890090036 - Corso Cavour, 1 - 28041 ARONA (NO) tel./fax 0322/248048  
STUDIO ZANINETTI Progettazione Impianti - part. IVA 00316210038 - Via Montale, 26 - 28021 BORGOMANERO (NO) tel. 0322/82686 fax. 0322/835430  
EPIFANI Dr FULVIO STUDIO GEOLOGICO - part. IVA 00853590032 - Via XX Settembre, 73 - 28041 ARONA (NO) tel. 0322/241531 fax. 0322/48422  
GEOL. ALBERTO RECH - part. IVA 02038730038 - Via Colombaro, 18 - 28021 BORGOMANERO (NO) tel. 0322/845597

## **CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**

Progetto: Realizzazione di centro cottura con annessa mensa scolastica in via lana

Comune di: Varallo Pombia (NO)

Ente appaltante (Committente): Comune di Varallo Pombia

Responsabile dei Lavori: arch. Giovanni Galoardi

Responsabile di Progetto: ing. Fabio Cancian

Direttore dei Lavori: ing. Fabio Cancian – p.i. Gianni Franco Zaninetti

Coordinatore della sicurezza in fase di progetto: ing. Fabio Cancian

Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione: ing. Fabio Cancian

Impresa esecutrice: .....

Direttore tecnico di cantiere: .....

Arona, Ottobre 2009

# INDICE

<b>CONTRATTO D'APPALTO .....</b>	<b>1</b>
<b>TITOLO I - TERMINI DI ESECUZIONE E PENALI .....</b>	<b>2</b>
Art. 1 - DICHIARAZIONE IMPEGNATIVA DELL' APPALTATORE .....	2
Art. 2 - OGGETTO DELL' APPALTO .....	3
Art. 3 - FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE .....	3
Art. 4 – CATEGORIA PREVALENTE, OPERE SCORPORABILI, OPERE SUBAPPALTABILI.....	4
Art. 5 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL COMMITTENTE.....	5
Art. 6 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL RESPONSABILE DEI LAVORI .....	6
Art. 7 - DIREZIONE DEI LAVORI .....	6
Art. 8 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL DIRETTORE DEI LAVORI .....	7
Art. 9 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL DIRETTORE OPERATIVO.....	8
Art. 10 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DELL' ISPETTORE DI CANTIERE .....	8
Art. 11 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL COORDINATORE IN MATERIA DI SICUREZZA PER LA PROGETTAZIONE .....	9
Art. 12 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL COORDINATORE IN MATERIA DI SICUREZZA PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	9
Art. 13 - RISERVATEZZA DEL CONTRATTO .....	10
Art. 14 - PENALI .....	10
Art. 15 - DIFESA AMBIENTALE .....	10
Art. 16 - TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI .....	11
<b>TITOLO II - ESECUZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>12</b>
Art. 17 - ORDINI DI SERVIZIO .....	12
Art. 18 - CONSEGNA, INIZIO ED ESECUZIONE DEI LAVORI.....	12
Art. 19 - IMPIANTO DEL CANTIERE E PROGRAMMA DEI LAVORI .....	13
Art. 20 - ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	13
Art. 21 - ACCETTAZIONE DEGLI IMPIANTI.....	14
<b>TITOLO III - SOSPENSIONI E RIPRESE DEI LAVORI.....</b>	<b>16</b>
Art. 22 - SOSPENSIONI, RIPRESE E PROROGHE DEI LAVORI .....	16
Art. 23 - SOSPENSIONE DEI LAVORI PER PERICOLO GRAVE ED IMMEDIATO O PER MANCANZA DEI REQUISITI MINIMI DI SICUREZZA.....	17
<b>TITOLO IV - VARIANTI IN CORSO D'OPERA .....</b>	<b>18</b>
Art. 24 - VARIANTI IN CORSO D'OPERA.....	18
<b>TITOLO V - ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE .....</b>	<b>19</b>
Art. 25 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DELL' APPALTATORE.....	19
Art. 26 - PERSONALE DELL' APPALTATORE .....	23
Art. 27 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL DIRETTORE TECNICO DI CANTIERE .....	23
Art. 28 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEI LAVORATORI AUTONOMI E DELLE IMPRESE SUBAPPALTATRICI .....	24
Art. 29 - DISCIPLINA DEL CANTIERE.....	24
Art. 30 - DISCIPLINA DEI SUBAPPALTI .....	25
Art. 31 - RINVENIMENTO DI OGGETTI .....	26
Art. 32 - GARANZIE E COPERTURE ASSICURATIVE.....	26
Art. 33 - NORME DI SICUREZZA.....	27
Art. 34 - LAVORO NOTTURNO E FESTIVO .....	28

<b>TITOLO VI - VALUTAZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>29</b>
Art. 35 - VALUTAZIONE DEI LAVORI - CONDIZIONI GENERALI .....	29
Art. 36 - VALUTAZIONE DEI LAVORI A CORPO .....	29
Art. 37 - VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA .....	29
<b>TITOLO VII - LIQUIDAZIONE DEI CORRISPETTIVI .....</b>	<b>31</b>
Art. 38 - FORMA DELL'APPALTO .....	31
Art. 39 - IMPORTO DELL'APPALTO .....	31
Art. 40 - DISTRIBUZIONE DEGLI IMPORTI .....	31
Art. 41 - LAVORI IN ECONOMIA.....	32
Art. 42 - NUOVI PREZZI .....	32
Art. 43 - INVARIABILITÀ DEI PREZZI.....	32
Art. 44 - CONTABILITÀ DEI LAVORI.....	33
Art. 45 - STATI DI AVANZAMENTO DEI LAVORI - PAGAMENTI .....	35
Art. 46 - CONTO FINALE.....	35
Art. 47 - ECCEZIONI DELL'APPALTATORE .....	35
<b>TITOLO VIII - CONTROLLI.....</b>	<b>36</b>
Art. 48 - PROVE E VERIFICHE DEI LAVORI, RISERVE DELL'APPALTATORE .....	36
<b>TITOLO IX - SPECIFICHE MODALITÀ E TERMINI DI COLLAUDO .....</b>	<b>37</b>
Art. 49 - ULTIMAZIONE DEI LAVORI E CONSEGNA DELLE OPERE .....	37
Art. 50 - COLLAUDO DELLE OPERE .....	37
Art. 51 - SVINCOLO DELLA CAUZIONE .....	39
Art. 52 - COLLAUDO STATICO.....	39
Art. 53 - PROROGHE .....	40
Art. 54 - ANTICIPATA CONSEGNA DELLE OPERE .....	40
Art. 55 - GARANZIE .....	40
<b>TITOLO X - DISCIPLINA DEL CONTRATTO E MODALITÀ DI SOLUZIONE DELLE CONTROVERSIE .....</b>	<b>41</b>
Art. 56 - DANNI ALLE OPERE .....	41
Art. 57 - CAUSE DI FORZA MAGGIORE.....	41
Art. 58 - VICENDE SOGGETTIVE DELL'ESECUTORE DEL CONTRATTO .....	41
Art. 59 - CESSIONE DEI CREDITI DERIVANTI DAL CONTRATTO.....	41
Art. 60 - RISOLUZIONE DEL CONTRATTO .....	42
Art. 61 - TRANSAZIONE.....	43
Art. 62 - ACCORDO BONARIO .....	43
Art. 63 - GIURISDIZIONE .....	44
<b>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO.....</b>	<b>45</b>
<b>PARTE PRIMA - DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI.....</b>	<b>45</b>
<b>PARTE SECONDA - PRESCRIZIONI TECNICHE.....</b>	<b>46</b>
<b>TITOLO I - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE, IL CONSOLIDAMENTO ED IL COLLAUDO DEGLI EDIFICI.....</b>	<b>47</b>
Art. I - Edifici in tutto o in parte a muratura portante.....	47
Art. II - Edifici in conglomerato cementizio semplice o armato o precompresso .....	47
Art. III - Edifici realizzati in acciaio.....	47
Art. IV - Edifici prefabbricati .....	47
Art. V - Edifici realizzati in zona sismica.....	48

Art. VI - Collaudo degli edifici .....	48
<b>TITOLO II - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI INDAGINI, SCAVI E DEMOLIZIONI .....</b>	<b>49</b>
Art. VII Indagini preliminari .....	49
Art. VIII Scavi e rinterri .....	53
Art. IX Demolizioni e rimozioni.....	58
<b>TITOLO III - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI NOLI E TRASPORTI .....</b>	<b>62</b>
Art. X Opere provvisionali .....	62
Art. XI Noleggi .....	62
Art. XII Trasporti.....	62
<b>TITOLO IV - PRESCRIZIONI SU QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....</b>	<b>63</b>
Art. XIII Materie prime .....	63
Art. XIV Semilavorati.....	91
<b>TITOLO V - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI OPERE EDILI.....</b>	<b>127</b>
Art. XV Strutture portanti .....	127
Art. XVI Chiusure .....	209
Art. XVII Partizioni interne .....	224
Art. XVIII Partizioni esterne.....	225
<b>TITOLO VI - PRESCRIZIONI PER L'ESECUZIONE DI IMPIANTI .....</b>	<b>227</b>
Art. XIX Impianto elettrico e fotovoltaico .....	227
Art. XX Impianti fluidomeccanici.....	245
<b>TITOLO VII - PRESCRIZIONI TECNICHE PER ESECUZIONE DI OPERE COMPLEMENTARI.....</b>	<b>262</b>
Art. XXI Demolizioni.....	262
Art. XXII Trattamento di pulitura dei materiali.....	262
Art. XXIII Conservazione del legno .....	265
Art. XXIV Opere in marmo e pietre naturali .....	266
Art. XXV Opere da cementista e stuccatore .....	267
Art. XXVI Opere in legno .....	268
Art. XXVII Opere da fabbro e serramentista .....	269
Art. XXVIII Opere da vetraio .....	270
Art. XXIX Opere da lattoniere .....	271
Art. XXX Opere da pittore.....	271
Art. XXXI Opere di impermeabilizzazione .....	273
Art. XXXII Opere di pavimentazione e rivestimento .....	274
Art. XXXIII Sistemazioni a verde .....	278
Art. XXXIV Opere varie.....	280
<b>TITOLO VIII – ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI .....</b>	<b>281</b>

## **CONTRATTO D'APPALTO**

## **TITOLO I - TERMINI DI ESECUZIONE E PENALI**

### **Art. 1 - DICHIARAZIONE IMPEGNATIVA DELL'APPALTATORE**

Costituiscono parte integrante del Contratto, oltre al presente "Capitolato speciale d'Appalto", i seguenti documenti:

- elaborati grafici progettuali;
- specifiche tecniche e relazioni tecniche di progetto;
- l'elenco dei prezzi unitari;
- il piano di sicurezza e di coordinamento art. 100 del d.lgs. 81/08, il piano di sicurezza sostitutivo e il piano operativo di sicurezza;
- computo metrico estimativo delle opere relative alla sicurezza;
- il programma integrato dei lavori;
- il fascicolo conforme all'art. 91 comma 1 lettera b) del d.lgs. 81/08;
- l'offerta presentata dall'Appaltatore.

Sono esclusi dal contratto tutti gli elaborati progettuali non espressamente indicati.

L'Appaltatore dichiara di accettare le condizioni contenute nel Contratto e di disporre dei mezzi tecnici e finanziari necessari per assolvere agli impegni che ne derivano.

L'Appaltatore dichiara inoltre di aver preso visione dell'area di lavoro e dei disegni di progetto e di essere perfettamente edotto di tutte le condizioni tecniche ed economiche necessarie per una corretta valutazione dell'Appalto.

L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di elementi non valutati, tranne che tali elementi si configurino come cause di forza maggiore contemplate dal codice civile (e non escluse da altre norme del presente capitolato) o si riferiscano a condizioni soggette a possibili modifiche espressamente previste nel contratto.

Salvo quanto previsto dal presente capitolato e dal contratto, l'esecuzione dell'opera in oggetto è disciplinata da tutte le disposizioni vigenti in materia.

Le parti si impegnano comunque all'osservanza:

- a) delle leggi, decreti, regolamenti e circolari emanati e vigenti alla data di esecuzione dei lavori;
- b) delle leggi, decreti, regolamenti e circolari emanati e vigenti nella Regione, Provincia e Comune in cui si esegue l'appalto;
- c) delle norme tecniche e decreti di applicazione;
- d) delle leggi e normative sulla sicurezza, tutela dei lavoratori, prevenzione infortuni ed incendi;
- e) di tutta la normativa tecnica vigente e di quella citata dal presente capitolato (nonché delle norme CNR, CEI, UNI ed altre specifiche europee espressamente adottate);
- f) dell'elenco prezzi allegato al contratto;
- g) dei disegni di progetto contenuti in questo capitolato.

Resta tuttavia stabilito che la Direzione dei Lavori potrà fornire in qualsiasi momento, durante il corso dei lavori, disegni, specifiche e particolari conformi al progetto originale e relativi alle opere da svolgere, anche se non espressamente citati nel presente capitolato; tali elaborati potranno essere utilizzati soltanto per favorire una migliore comprensione di dettaglio di alcune parti specifiche dell'opera già definite nei disegni contrattuali.

In presenza degli impianti di cui all'art. 1 del D.M. 22 gennaio 2008, n. 37, una particolare attenzione dovrà essere riservata, dall'Appaltatore, al pieno rispetto delle condizioni previste dalla legge medesima, in ordine alla "sicurezza degli impianti" ed ai conseguenti adempimenti, se ed in quanto dovuti.

Egli dovrà quindi:

- affidare l'installazione, la trasformazione e la manutenzione degli impianti previsti da tale decreto a soggetti a ciò abilitati ed in possesso dei requisiti tecnico-professionali previsti, accertati e riconosciuti ai sensi degli artt. 3 e 4 del decreto medesimo;
- pretendere il rispetto delle disposizioni di cui all'art. 5 per quanto concerne l'iter previsto per la progettazione degli impianti;
- garantire la corretta installazione degli impianti secondo quanto previsto all'art. 6;
- pretendere la presentazione della dichiarazione di conformità o di collaudo degli impianti così come prescritto dagli artt. 7 e 11.

## **Art. 2 - OGGETTO DELL'APPALTO**

L'Appalto ha per oggetto i lavori, le somministrazioni e le forniture complementari occorrenti per la realizzazione delle opere indicate nella documentazione di progetto e nelle specifiche tecniche, nonché le prestazioni di mano d'opera, la fornitura di materiali e le opere murarie occorrenti per la posa in opera e per l'assistenza alle ditte fornitrici di installazioni o prestazioni non compresi nell'Appalto, ma facenti parte del medesimo complesso alla cui realizzazione si riferisce l'Appalto.

Il contenuto dei documenti di progetto deve essere ritenuto esplicativo al fine di consentire all'Appaltatore di valutare l'oggetto dei lavori ed in nessun caso limitativo per quanto riguarda lo scopo del lavoro. Deve pertanto intendersi compreso nell'Appalto anche quanto non espressamente indicato ma comunque necessario per la realizzazione delle diverse opere.

Le opere saranno eseguite a perfetta regola d'arte, saranno finite in ogni parte e dovranno risultare atte allo scopo cui sono destinate, scopo del quale l'Appaltatore dichiara di essere a perfetta conoscenza.

Fanno parte dell'Appalto anche eventuali varianti, modifiche e aggiunte a quanto previsto nei documenti sopracitati che potranno essere richiesti all'Appaltatore in corso d'opera per mezzo di altri disegni complementari ed integrativi o per mezzo di istruzioni espresse sia dal Direttore dei Lavori che dal Committente ed anche le eventuali prestazioni di mano d'opera e mezzi per assistenza ad altre Imprese fornitrici di installazioni e prestazioni non compresi nel presente Appalto, ma facenti parte del medesimo complesso.

Fanno inoltre parte dell'Appalto il coordinamento delle procedure esecutive e la fornitura degli apprestamenti e delle attrezzature atti a garantire, durante le fasi lavorative, la conformità a tutte le norme di prevenzione degli infortuni e di tutela della salute dei lavoratori, nel rispetto dell'art. 15 - Misure generali di tutela - del d.lgs. 81/08.

## **Art. 3 - FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE**

L'ubicazione, la forma, il numero e le principali dimensioni delle opere oggetto dell'appalto risultano dai disegni e dalle specifiche tecniche allegati al contratto di cui formano parte integrante, salvo quanto verrà meglio precisato in sede esecutiva dalla Direzione dei Lavori.

In concreto l'appalto comprende le seguenti opere particolari:

- Taglio vegetazione;



- Demolizione edifici e manufatti esistenti;
- Sbancamento del terreno soffice di coltivo;
- Scavo di fondazione a sezione obbligata;
- Realizzazione delle opere di fondazione;
- Realizzazione del vespaio aerato;
- Realizzazione strutture in C.A. in opera;
- Realizzazione di solai in lastre prefabbricate ed in latero-cemento;
- Realizzazione di copertura lignea;
- Realizzazione delle opere di impermeabilizzazione;
- Realizzazione delle coperture;
- Realizzazione dei tamponamenti esterni e delle partizioni interne;
- Realizzazione delle opere di lattoneria;
- Realizzazione degli impianti tecnologici e delle relative opere accessorie;
- Realizzazione delle opere di finitura interne ed esterne;
- Opere di sistemazione aree esterne;
- Rimozione cantiere.

Le indicazioni di cui sopra, nonché quelle di cui ai precedenti articoli ed i disegni da allegare al contratto, debbono ritenersi come atti ad individuare la consistenza qualitativa e quantitativa delle varie specie di opere comprese nell'Appalto.

Il committente si riserva comunque l'insindacabile facoltà di introdurre nelle opere stesse, sia all'atto della consegna dei lavori sia in sede di esecuzione, quelle varianti che riterrà opportune nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dei lavori, senza che l'Appaltatore possa da ciò trarre motivi per avanzare pretese di compensi e indennizzi di qualsiasi natura e specie non stabiliti nel presente Capitolato e sempre che l'importo complessivo dei lavori resti nei limiti dell'articolo corrispondente del Capitolato Generale d'Appalto.

#### **Art. 4 – CATEGORIA PREVALENTE, OPERE SCORPORABILI, OPERE SUBAPPALTABILI**

Ai sensi dell'articolo 3 del regolamento approvato con D.P.R. n. 34 del 2000 e in conformità all'allegato «A» al predetto regolamento, i lavori classificati nella categoria prevalente di opere sono indicati nella tabella riportata di seguito.

Ai sensi degli articoli 72, 73 e 74 del regolamento generale, le parti di lavoro appartenenti alle categorie diverse da quella prevalente sono scorporabili e, a scelta dell'impresa, subappaltabili, alle condizioni di legge e del capitolato speciale, fatti salvi i limiti, i divieti e le prescrizioni di cui ai commi successivi.

I lavori, per i quali vige l'obbligo di esecuzione da parte di installatori aventi i requisiti di cui alla legge n. 46 del 1990 e al relativo regolamento di attuazione approvato con d.P.R. n. 447 del 1991, devono essere realizzati dall'appaltatore solo se in possesso dei predetti requisiti; in caso contrario essi devono essere realizzati da un'impresa mandante qualora l'appaltatore sia un'associazione temporanea di tipo verticale, ovvero da un'impresa subappaltatrice; in ogni caso l'esecutore deve essere in possesso dei requisiti necessari.

LAVORAZIONI	CATEGORIA	IMPORTO	% SU IMPORTO TOTALE
<b>Edifici civili ed industriali (Cat. Prevalente)</b>	<b>OG1</b>	Euro 833 520,00	71,86 %
<i>Impianti idrico-sanitario, cucine, lavanderie</i>	<i>OS3</i>	<i>Euro 98 686,60</i>	<i>8,51 %</i>
<i>Impianti termici e di condizionamento</i>	<i>OS28</i>	<i>Euro 27 123,40</i>	<i>2,34 %</i>
<b>Impianti interni elettrici telefonici, radiotelefonici, e televisivi</b>	<b>OS30</b>	Euro 135 670,00	11,69%
<i>Strutture in legno</i>	<i>OS32</i>	<i>Euro 65 000,00</i>	<i>5,60 %</i>

#### Art. 5 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL COMMITTENTE

Il Committente è il soggetto per conto del quale viene realizzata l'intera opera, titolare del potere decisionale e di spesa relativo alla gestione dell'appalto.

Al Committente, fatte salve le attività delegate attraverso la nomina di un Responsabile dei Lavori incaricato ai sensi dell'art. 89 del d.lgs. 81/08, compete, con le conseguenti responsabilità di:

- provvedere a fare predisporre il progetto esecutivo delle opere date in appalto;
- valutare il Piano di sicurezza e coordinamento e il fascicolo di cui all'art 91, comma 1 lettera b del d.lgs. 81/08;
- svolgere le pratiche di carattere tecnico-amministrativo e sostenere le relative spese per l'ottenimento, da parte delle competenti Autorità, dei permessi, concessioni, autorizzazioni, licenze, ecc., necessari per la costruzione ed il successivo esercizio delle opere realizzate;
- nominare il Direttore dei Lavori ed eventuali Assistenti coadiutori;
- nominare il Collaudatore delle opere;
- nominare il Responsabile dei Lavori (nel caso in cui intenda avvalersi di tale figura);
- nominare il Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione ed il Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori nei casi previsti dall'art. 90 del d.lgs. 81/08;
- verificare le competenze professionali dei Progettisti, del Direttore dei Lavori ed eventuali coadiutori, dei Collaudatori e dei Coordinatori in fase di Progettazione ed Esecuzione;
- provvedere a comunicare all'Impresa appaltatrice i nominativi dei Coordinatori in materia di sicurezza e salute per la progettazione e per l'esecuzione dei lavori; tali nominativi sono indicati nel cartello di cantiere;
- sostituire, nei casi in cui lo ritenga necessario, i Coordinatori per la progettazione e per l'esecuzione dei lavori;
- chiedere alle imprese esecutrici una dichiarazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili, nonché una dichiarazione relativa al contratto collettivo applicato ai lavoratori dipendenti;
- chiedere all'Appaltatore di attestare l'idoneità tecnico-professionale delle imprese e dei lavoratori autonomi a cui intende affidare dei lavori in subappalto, esibendo i documenti di cui all'allegato XVII del d.lgs. 81/08;

- trasmettere all'amministrazione competente, prima dell'inizio dei lavori oggetto del permesso di costruire o della denuncia di inizio attività, il nominativo delle imprese esecutrici dei lavori unitamente alla documentazione di cui sopra; tale obbligo sussiste anche in caso di lavori eseguiti in economia mediante affidamento delle singole lavorazioni a lavoratori autonomi, ovvero di lavori realizzati direttamente con proprio personale dipendente senza ricorso all'appalto;
- trasmettere all'organo di vigilanza territorialmente competente la notifica preliminare di cui all'art. 99 del d.lgs. 81/08;
- designa il coordinatore per la progettazione nei cantieri in cui e' prevista la presenza di più imprese, anche non contemporanea e nei casi di coincidenza con l'impresa esecutrice, o il responsabile dei lavori, contestualmente all'affidamento dell'incarico di progettazione;
- richiedere a opera ultimata all'Appaltatore la certificazione della corretta posa in opera delle soluzioni tecniche conformi elaborate in sede di progetto al fine del rispetto dei requisiti acustici passivi degli edifici di cui al D.P.C.M. 5 dicembre 1997 e le risultanze delle misure fonometriche effettuate dall'Appaltatore stesso.

Il Committente o il Responsabile dei Lavori, qualora in possesso dei requisiti di cui all'articolo 98, ha facoltà di svolgere le funzioni sia di coordinatore per la progettazione sia di coordinatore per l'esecuzione dei lavori.

Al fine di permettere la pianificazione dell'esecuzione in condizioni di sicurezza dei lavori o delle fasi di lavoro che si devono svolgere simultaneamente o successivamente tra loro, il Committente o il Responsabile dei Lavori prevede nel progetto la durata di tali lavori o fasi di lavoro.

Nel caso in cui il Committente nomini un Responsabile dei Lavori, non viene esonerato dalle responsabilità connesse alla verifica degli adempimenti in materia di igiene e sicurezza. Nello svolgere tali obblighi il Committente deve instaurare un corretto ed efficace sistema di comunicazione con il Responsabile dei lavori, l'Appaltatore e i coordinatori per la sicurezza.

#### **Art. 6 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL RESPONSABILE DEI LAVORI**

Il Responsabile dei Lavori è il soggetto che può essere incaricato dal Committente ai fini della progettazione, della esecuzione o del controllo dell'esecuzione dell'opera (art. 89 del d.lgs. 81/08).

Nel caso di appalto di opera pubblica, il responsabile dei lavori è il responsabile unico del procedimento ai sensi dell'art. 10 del d.lgs. 163/06.

Nel caso in cui il Responsabile dei Lavori venga nominato dal Committente, la designazione deve contenere l'indicazione degli adempimenti di legge oggetto dell'incarico. Il responsabile dei lavori assume un ruolo sostitutivo del Committente e assume ogni competenza in merito alla effettiva organizzazione delle varie nomine e dei documenti già indicati, oltre alla verifica della messa in atto delle misure predisposte, con la facoltà di autonome valutazioni per eventuali miglioramenti legati ad aggiornamenti tecnologici.

Il grado di responsabilità che il Responsabile dei Lavori viene ad avere nello svolgimento delle sue mansioni connesse all'attuazione delle direttive del Committente è diretto ed equivalente a quello del Committente.

#### **Art. 7 - DIREZIONE DEI LAVORI**

Il Committente dichiara di aver affidato l'incarico di direzione e controllo tecnico-contabile dell'esecuzione dell'intervento all'Ing. Fabio Cancian iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Novara al n. 1307 e di aver affidato l'incarico della direzione lavori operativa delle parti impiantistiche al p.i. Gianni Franco Zaninetti iscritto al Collegio dei Periti Industriali della Provincia di Novara al n. 39.

Il Committente dichiara inoltre di riconoscere l'operato del Direttore dei Lavori quale Suo rappresentante, per tutto quanto attiene all'esecuzione dell'Appalto.

### **Art. 8 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL DIRETTORE DEI LAVORI**

Il Direttore dei Lavori è un ausiliario del Committente e ne assume la rappresentanza in un ambito strettamente tecnico vigilando sulla buona esecuzione delle opere e sulla loro corrispondenza al progetto e alle norme contrattuali con funzione, per l'Appaltatore, di interlocutore esclusivo relativamente agli aspetti tecnici ed economici del contratto.

Il Direttore dei lavori ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione di quanto svolto dall'ufficio della direzione dei lavori ed in particolare relativamente alle attività dei suoi assistenti con funzione di Direttore Operativo e di Ispettore di cantiere.

In particolare il Direttore dei Lavori è tenuto a:

- accertare che, all'atto dell'inizio dei lavori, siano messi a disposizione dell'Appaltatore, da parte del Committente, gli elementi grafici e descrittivi di progetto necessari per la regolare esecuzione delle opere in relazione al programma dei lavori;
- attestare, all'atto dell'inizio dei lavori, la disponibilità delle aree e degli immobili interessati dai lavori, l'assenza di impedimenti sopravvenuti rispetto agli accertamenti effettuati prima dell'approvazione del progetto e la realizzabilità del progetto stesso, anche in relazione alle caratteristiche ambientali e a quanto altro occorre per la corretta esecuzione dei lavori;
- fissare il giorno e il luogo per la consegna dei lavori all'Appaltatore, redigere il verbale di consegna dei lavori e verificarne la rispondenza con l'effettivo stato dei luoghi. Il Direttore dei Lavori verifica altresì la rispondenza tra il progetto esecutivo e l'effettivo stato dei luoghi e, in caso di differenze riscontrate, ne riferisce immediatamente al Committente o al Responsabile dei Lavori;
- vigilare perché i lavori siano eseguiti a perfetta regola d'arte ed in conformità al progetto, al contratto ed al programma dei lavori, verificandone lo stato e richiamando formalmente l'Appaltatore al rispetto delle disposizioni contrattuali in caso di difformità o negligenza;
- effettuare controlli, quando lo ritenga necessario, sulla quantità e qualità dei materiali impiegati ed approvvigionati, avendone la specifica responsabilità dell'accettazione degli stessi;
- trasmettere tempestivamente, durante il corso dei lavori, ulteriori elementi particolari di progetto necessari al regolare ed ordinato andamento dei lavori;
- dare le necessarie istruzioni nel caso che l'Appaltatore abbia a rilevare omissioni, inesattezze o discordanze nelle tavole grafiche o nella descrizione dei lavori;
- coordinare l'avanzamento delle opere, la consegna e la posa in opera delle forniture e l'installazione degli impianti affidati dal Committente ad altre Ditte in conformità al programma dei lavori;
- fare osservare, per quanto di sua competenza, le prescrizioni vigenti in materia di costruzioni in conglomerato cementizio armato ed in acciaio;
- ordinare le eventuali sospensioni e riprese dei lavori;
- redigere tutti i documenti di sua competenza in relazione allo svolgimento dei lavori;
- disporre le eventuali variazioni o addizioni al progetto previa approvazione del Committente, vigilare sulla messa in pristino di varianti arbitrarie apportate dall'Appaltatore e sull'attuazione delle variazioni ordinate dal Committente;

- redigere in contraddittorio con l'Appaltatore, il verbale di ultimazione dei lavori ed il verbale di verifica provvisoria dei lavori ultimati;
- redigere la relazione finale sull'andamento dei lavori e sullo stato delle opere, comprendente il giudizio sulle riserve e la proposta di liquidazione;
- svolgere l'alto controllo della contabilizzazione delle opere e redigere i documenti contabili di sua competenza;
- emettere il certificato di regolare esecuzione nei casi previsti;
- assistere ai collaudi;
- controllare e verificare con continuità la validità, ed in particolare al termine dei lavori con gli eventuali aggiornamenti resisi necessari in corso d'opera, del programma di manutenzione, del manuale d'uso e del manuale di manutenzione nonché la regolarità da parte dell'Appaltatore della documentazione prevista dalle leggi vigenti in materia di obblighi nei confronti dei dipendenti;

#### **Art. 9 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL DIRETTORE OPERATIVO**

Il Direttore Operativo, eventualmente nominato dal Committente, è un assistente del Direttore dei Lavori ed a lui risponde direttamente in relazione all'attività svolta relativamente alla verifica ed al controllo della regolarità e della corrispondenza di quanto realizzato alle clausole contrattuali.

Al Direttore Operativo competono, con le conseguenti responsabilità, i compiti espressamente affidatigli dal Direttore dei Lavori. In particolare:

- verificare che l'Appaltatore svolga tutte le pratiche di legge relative alla denuncia dei calcoli delle strutture;
- programmare e coordinare le attività dell'Ispettore di cantiere;
- verificare e controllare l'aggiornamento del programma dei lavori, segnalando eventuali slittamenti e difformità rispetto alle previsioni contrattuali, proponendo i necessari interventi correttivi al Direttore dei lavori;
- assistere il Direttore dei Lavori nell'identificare gli interventi necessari ad eliminare difetti di progetto ovvero esecutivi;
- individuare ed analizzare le cause che influiscono negativamente sulla qualità dei lavori, proponendo al Direttore dei Lavori adeguate azioni correttive;
- assistere ai collaudi;
- esaminare ed approvare il programma delle prove di collaudo e di messa in servizio degli impianti;
- collaborare alla tenuta dei libri contabili.

#### **Art. 10 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DELL'ISPETTORE DI CANTIERE**

L'Ispettore di cantiere, eventualmente nominato dal Committente, è un assistente del Direttore dei Lavori ed a lui risponde direttamente in relazione all'attività svolta relativamente alla sorveglianza dei lavori in conformità alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato speciale d'appalto.

All'Ispettore di cantiere competono, con le conseguenti responsabilità, i compiti espressamente affidatigli dal Direttore dei Lavori. In particolare:

- verificare che la fornitura dei materiali sia conforme alle prescrizioni;

- verificare, prima della messa in opera, che materiali, apparecchiature e impianti abbiano superato i collaudi prescritti;
- controllare l'attività dei subappaltatori;
- controllare la regolare esecuzione dei lavori relativamente alla conformità ai progetti ed alle specifiche tecniche contrattuali;
- garantire l'assistenza alle prove di laboratorio sui materiali;
- garantire l'assistenza ai collaudi dei lavori ed alle prove di messa in esercizio ed accettazione degli impianti;
- predisporre gli atti contabili qualora ne sia stato incaricato dal Direttore dei Lavori.

#### **Art. 11 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL COORDINATORE IN MATERIA DI SICUREZZA PER LA PROGETTAZIONE**

Il Coordinatore della Sicurezza per la Progettazione, designato dal Committente o dal Responsabile dei Lavori (artt. 91 e 98 d.lgs. 81/08), deve essere in possesso dei requisiti professionali di cui all'art. 98 dello stesso decreto.

Ad esso compete, con le conseguenti responsabilità:

- la redazione del piano di Sicurezza e Coordinamento ai sensi dell'art. 100 d.lgs. 81/08 e del capo II del D.P.R. 222/03;
- la predisposizione di un fascicolo con le informazioni utili ai fini della prevenzione e protezione dai rischi cui sono esposti i lavoratori, che dovrà essere considerato anche all'atto di eventuali lavori successivi sull'opera.

#### **Art. 12 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL COORDINATORE IN MATERIA DI SICUREZZA PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

Il Coordinatore della sicurezza per l'esecuzione dei lavori, designato dal Committente o dal Responsabile dei Lavori (art. 90 del d.lgs. 81/08), è il soggetto incaricato dell'esecuzione dei compiti di cui all'art. 92 del d.lgs. 81/08 e deve essere in possesso dei requisiti professionali di cui all'art. 98 dello stesso decreto.

Ad esso compete, con le conseguenti responsabilità:

- la verifica, tramite opportune azioni di coordinamento e di controllo, dell'applicazione, da parte delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi, delle disposizioni loro pertinenti contenute nel Piano di Sicurezza e Coordinamento e la corretta applicazione delle relative procedure di lavoro;
- la verifica dell'idoneità del Piano Operativo di Sicurezza, da considerare come piano complementare e di dettaglio del Piano di Sicurezza e Coordinamento assicurandone la coerenza con quest'ultimo e adeguare il Piano di Sicurezza e Coordinamento ed i fascicoli informativi in relazione all'evoluzione dei lavori ed alle eventuali modifiche intervenute, valutando le proposte delle imprese esecutrici dirette a migliorare la sicurezza in cantiere, nonché verificare che le imprese esecutrici adeguino, se necessario, i rispettivi Piani Operativi di Sicurezza;
- l'organizzazione tra i datori di lavoro, ivi compresi i lavoratori autonomi, della cooperazione ed il coordinamento delle attività nonché la loro reciproca informazione;

- la verifica di quanto previsto dagli accordi tra le parti sociali al fine di assicurare il coordinamento tra i rappresentanti per la sicurezza al fine di migliorare le condizioni di sicurezza nel cantiere;
- segnalare e proporre al Committente od al Responsabile dei Lavori, previa contestazione scritta alle imprese ed ai lavoratori autonomi interessati, in caso di gravi inosservanze delle norme di sicurezza, la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese o dei lavoratori autonomi dal cantiere o la risoluzione del contratto. Qualora il Committente o il Responsabile dei lavori non adotti alcun provvedimento in merito alla segnalazione, senza fornire idonea motivazione, il coordinatore per l'esecuzione provvede a dare comunicazione dell'inadempienza all'ASL territorialmente competente e alla Direzione provinciale del lavoro;
- la sospensione, in caso di pericolo grave ed imminente, delle singole lavorazioni fino alla comunicazione scritta degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle imprese interessate.
- nei cantieri in cui e' prevista la presenza di più imprese, anche non contemporanea, il coordinatore per l'esecuzione, redige anche il piano di Sicurezza e di Coordinamento di cui all'art. 100 d.lgs. 81/08 e predispone il fascicolo, di cui all'articolo 91, comma 1, lettere a) e b) del d.lgs. 81/08.

### **Art. 13 - RISERVATEZZA DEL CONTRATTO**

Il Contratto, come pure i suoi allegati, deve essere considerati riservati fra le parti.

Ogni informazione o documento che divenga noto in conseguenza od in occasione dell'esecuzione del Contratto, non potrà essere rivelato a terzi senza il preventivo accordo fra le parti.

In particolare l'Appaltatore non può divulgare notizie, disegni e fotografie riguardanti le opere oggetto dell'Appalto né autorizzare terzi a farlo.

### **Art. 14 - PENALI**

L'Appaltatore, per il tempo impiegato nell'esecuzione dei lavori oltre il termine contrattuale, salvo il caso di ritardo a lui non imputabile e riconosciuto dal Direttore dei Lavori, dovrà rimborsare al Committente le relative spese di assistenza e sottostare ad una penale pecuniaria stabilita nella misura dello 0,5 per mille dell'ammontare netto contrattuale per ogni giorno di ritardo, e comunque complessivamente non superiore al 10 %, da determinare in relazione all'entità delle conseguenze legate all'eventuale ritardo. L'ammontare delle spese di assistenza e della penale verrà dedotto dall'importo contrattualmente fissato ancora dovuto oppure sarà trattenuto sulla cauzione.

### **Art. 15 - DIFESA AMBIENTALE**

L'Appaltatore si impegna, nel corso dello svolgimento dei lavori, a salvaguardare l'integrità dell'ambiente, rispettando le norme attualmente vigenti in materia ed adottando tutte le precauzioni possibili per evitare danni di ogni genere.

In particolare, nell'esecuzione delle opere, deve provvedere a:

- evitare l'inquinamento delle falde e delle acque superficiali;
- effettuare lo scarico dei materiali solo nelle discariche autorizzate;
- segnalare tempestivamente al Committente ed al Direttore dei Lavori il ritrovamento, nel corso dei lavori di scavo, di opere sotterranee che possano provocare rischi di inquinamento o materiali contaminati.

#### **Art. 16 - TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI**

Ai fini e per gli effetti del d.lgs. 196/03 il Committente si riserva il diritto di inserire il nominativo dell'Impresa appaltatrice nell'elenco dei propri clienti ai fini dello svolgimento dei futuri rapporti contrattuali e commerciali, in base all'art. 13 della legge citata.

L'Appaltatore potrà in ogni momento esercitare i diritti previsti dall'art. 7 della legge citata; in particolare potrà chiedere la modifica e la cancellazione dei propri dati.



## **TITOLO II - ESECUZIONE DEI LAVORI**

### **Art. 17 - ORDINI DI SERVIZIO**

Il Direttore dei Lavori impartisce tutte le disposizioni ed istruzioni all'Appaltatore mediante un ordine di servizio, così come definito dall'art. 128 del D.P.R. 554/99, redatto in duplice copia e sottoscritto dal Direttore dei Lavori emanante e comunicato all'Appaltatore che lo restituisce firmato per avvenuta conoscenza.

L'Appaltatore è tenuto a uniformarvisi, salva la facoltà di esprimere, sui contenuti degli stessi, le proprie osservazioni nei modi e termini prescritti dalla legge.

### **Art. 18 - CONSEGNA, INIZIO ED ESECUZIONE DEI LAVORI**

Il Direttore dei Lavori comunica all'Appaltatore il giorno ed il luogo in cui deve presentarsi per ricevere la consegna dei lavori, munito del personale idoneo nonché delle attrezzature e dei materiali necessari per eseguire, ove occorra, il tracciamento dei lavori secondo i piani, profili e disegni di progetto. Su indicazione del Direttore dei Lavori devono essere collocati a cura dell'Appaltatore, picchetti, capisaldi, sagome, termini, ovunque si riconoscano necessari.

Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri per le spese relative alla consegna, alla verifica ed al completamento del tracciamento.

Il Direttore dei Lavori procederà alla consegna dell'area, redigendo un verbale in contraddittorio con l'Appaltatore in duplice copia firmato dal Direttore dei Lavori e dall'Appaltatore. Dalla data del verbale di consegna decorre il termine utile per il compimento dei lavori. Il verbale deve essere redatto nel rispetto delle procedure, delle condizioni e contenere gli elementi richiamati dall'art. 130 del D.P.R. 554/99.

Il verbale di consegna contiene l'indicazione delle condizioni e delle circostanze speciali locali riconosciute e le operazioni eseguite, come i tracciamenti, gli accertamenti di misura, i collocamenti di sagome e capisaldi. Contiene inoltre l'indicazione delle aree, delle eventuali cave, dei locali e quant'altro concesso all'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori oltre alla dichiarazione che l'area oggetto dei lavori è libera da persone e cose e che lo stato attuale è tale da non impedire l'avvio e la prosecuzione dei lavori.

Il Direttore dei Lavori è responsabile della corrispondenza del verbale di consegna dei lavori all'effettivo stato dei luoghi. Qualora l'appaltatore intenda far valere pretese derivanti dalla riscontrata difformità dello stato dei luoghi rispetto a quello previsto in progetto, deve formulare riserva sul verbale di consegna all'atto della sua redazione.

In caso di consegne parziali l'Appaltatore è tenuto a presentare un programma di esecuzione dei lavori che preveda la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili.

Nel caso di subentro di un Appaltatore ad un altro nell'esecuzione dell'appalto, il Direttore dei Lavori redige apposito verbale in contraddittorio con entrambi gli appaltatori per accertare la reale consistenza dei materiali, dei mezzi d'opera e di quant'altro il nuovo Appaltatore deve assumere dal precedente, oltre ad indicare eventuali indennità da corrispondersi.

Subito dopo la consegna dei lavori l'Appaltatore darà inizio alle opere, che dovranno essere ultimate entro i tempi precisati nel programma dei lavori a partire dalla data indicata nel verbale di consegna.

## **Art. 19 - IMPIANTO DEL CANTIERE E PROGRAMMA DEI LAVORI**

L'Appaltatore dovrà provvedere entro 10 (dieci) giorni dalla data di consegna all'impianto del cantiere che dovrà essere allestito nei tempi previsti dal programma dei lavori redatto dall'Appaltante sulla base di quanto definito in sede di progettazione esecutiva dell'intervento ed allegato ai documenti progettuali consegnati per la gara d'appalto.

Il programma dei lavori è un atto contrattuale che stabilisce la durata delle varie fasi della realizzazione di un'opera.

Il programma dei lavori si rende necessario anche per la definizione delle misure di prevenzione degli infortuni che devono essere predisposte dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori prima e durante lo svolgimento delle opere. In questo senso il programma dei lavori dovrà essere definito negli stessi casi previsti per la redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

In base all'art. 90 del d.lgs. 81/08 questo documento deve essere approntato dal Committente o dal Responsabile dei Lavori parallelamente alla redazione del progetto ed in accordo con le date di inizio e fine dei lavori stabilite dal contratto principale, individuando nel dettaglio tutti i tempi necessari per l'esecuzione delle parti dell'opera. In mancanza di tale programma l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire le varie fasi di lavoro secondo l'ordine temporale stabilito dalla Direzione dei Lavori senza che ciò costituisca motivo per richiedere risarcimenti o indennizzi.

In presenza di particolari esigenze il Committente si riserva, comunque, la facoltà di apportare modifiche non sostanziali al programma predisposto.

## **Art. 20 - ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente capitolato o degli altri atti contrattuali.

Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni del Capitolato Generale, le norme UNI, CNR, CEI e le altre norme tecniche europee adottate dalla vigente legislazione.

Sia nel caso di forniture legate ad installazione di impianti che nel caso di forniture di materiali d'uso più generale, l'Appaltatore dovrà presentare adeguate campionature almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori, ottenendo l'approvazione della Direzione dei Lavori.

Le caratteristiche dei vari materiali e forniture saranno definite nei modi seguenti:

- dalle prescrizioni generali del presente capitolato;
- dalle prescrizioni particolari riportate negli articoli seguenti;
- dalle eventuali descrizioni specifiche aggiunte come integrazioni o come allegati al presente capitolato;
- da disegni, dettagli esecutivi, elenco prezzi o relazioni tecniche allegati al progetto.

Resta comunque contrattualmente fissato che tutte le specificazioni o modifiche apportate nei modi suddetti fanno parte integrante del presente capitolato.

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi in qualsiasi momento ad eseguire o far eseguire presso il laboratorio o istituto indicato, tutte le prove prescritte dal presente capitolato o dalla Direzione dei

Lavori sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in genere.

Il prelievo dei campioni destinati alle verifiche qualitative dei materiali stessi, da eseguire secondo le norme tecniche vigenti, verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione dei Lavori. Qualora in corso d'opera, i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti o si verificasse la necessità di cambiare gli approvvigionamenti, l'Appaltatore sarà tenuto alle relative sostituzioni e adeguamenti senza che questo costituisca titolo ad avanzare alcuna richiesta di variazione prezzi.

Le forniture non accettate ad insindacabile giudizio dalla Direzione dei Lavori dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite dalle prescrizioni contrattuali.

L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che il Committente si riserva di avanzare in sede di collaudo finale.

## **Art. 21 - ACCETTAZIONE DEGLI IMPIANTI**

Tutti gli impianti presenti nell'appalto da realizzare e la loro messa in opera completa di ogni categoria o tipo di lavoro necessari alla perfetta installazione, saranno eseguiti nella totale osservanza delle prescrizioni progettuali, delle disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori, delle specifiche del presente capitolato o degli altri atti contrattuali, delle leggi, norme e regolamenti vigenti in materia.

Si richiamano espressamente tutte le prescrizioni, a riguardo, presenti nel Capitolato Generale, le norme UNI, CNR, CEI e tutta la normativa specifica in materia.

I disegni esecutivi riguardanti ogni tipo di impianto (ove di competenza dell'Appaltatore) dovranno essere consegnati alla Direzione dei Lavori almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori relativi agli impianti indicati ed andranno corredati da relazioni tecnico-descrittive contenenti tutte le informazioni necessarie per un completo esame dei dati progettuali e delle caratteristiche sia delle singole parti che dell'impianto nel suo insieme. L'Appaltatore è tenuto a presentare, contestualmente ai disegni esecutivi, un'adeguata campionatura delle parti costituenti l'impianto nei tipi di installazione richiesti ed una serie di certificati comprovanti origine e qualità dei materiali impiegati.

Tutte le forniture relative agli impianti non accettate ai sensi del precedente articolo, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite dalle prescrizioni contrattuali.

L'Appaltatore resta, comunque, totalmente responsabile di tutte le forniture degli impianti o parti di essi, la cui accettazione effettuata dalla Direzione dei Lavori non pregiudica i diritti che l'Appaltante si riserva di avanzare in sede di collaudo finale o nei tempi previsti dalle garanzie fornite per l'opera e le sue parti.

Durante l'esecuzione dei lavori di preparazione, di installazione, di finitura degli impianti e delle opere murarie relative, l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni della normativa vigente in materia antinfortunistica oltre alle suddette specifiche progettuali o del presente capitolato, restando fissato che eventuali discordanze, danni causati direttamente od indirettamente, imperfezioni riscontrate durante l'installazione od il collaudo ed ogni altra anomalia segnalata dalla Direzione dei Lavori, dovranno essere prontamente riparate a totale carico e spese dell'Appaltatore.

### **TITOLO III - SOSPENSIONI E RIPRESE DEI LAVORI**

#### **Art. 22 - SOSPENSIONI, RIPRESE E PROROGHE DEI LAVORI**

Qualora circostanze speciali impediscano in via temporanea che i lavori procedano utilmente secondo quanto contenuto e prescritto dai documenti contrattuali, il Direttore dei Lavori può ordinarne la sospensione redigendo apposito verbale in contraddittorio con l'Appaltatore (il quale può apporre le proprie riserve), indicandone le ragioni e l'imputabilità anche con riferimento alle risultanze del verbale di consegna. Nel verbale di sospensione è inoltre indicato lo stato di avanzamento dei lavori, le opere la cui esecuzione rimane interrotta e le cautele adottate affinché alla ripresa le stesse possano essere continuate ed ultimate senza eccessivi oneri, la consistenza della forza lavoro e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere al momento della sospensione.

I termini di consegna si intendono prorogati di tanti giorni quanti sono quelli della sospensione; analogamente si procederà nel caso di sospensione o ritardo derivanti da cause non imputabili all'Appaltatore.

L'Appaltatore è comunque tenuto a provvedere alla custodia del cantiere, dei materiali e alla conservazione delle opere eseguite. Tale obbligo cessa solo dopo l'approvazione dell'atto di collaudo.

Durante la sospensione dei lavori, il Direttore dei Lavori può disporre visite in cantiere volte ad accertare le condizioni delle opere e la consistenza delle attrezzature e dei mezzi eventualmente presenti, dando, ove occorra, disposizioni nella misura strettamente necessaria per evitare danni alle opere già eseguite, alle condizioni di sicurezza del cantiere e per facilitare la ripresa dei lavori.

La ripresa dei lavori viene effettuata dal Direttore dei Lavori, redigendo opportuno verbale di ripresa dei lavori in contraddittorio con l'Appaltatore (il quale può apporre le proprie riserve), non appena sono cessate le cause della sospensione, nel quale è indicato il nuovo termine contrattuale.

Qualora successivamente alla consegna dei lavori insorgano, per cause imprevedibili o di forza maggiore, circostanze che impediscano parzialmente il regolare svolgimento dei lavori, l'Appaltatore è tenuto a proseguire le parti di lavoro eseguibili, mentre si provvede alla sospensione parziale dei lavori non eseguibili mediante apposito verbale.

Nel caso che i lavori debbano essere totalmente o definitivamente sospesi per cause di forza maggiore o per cause dipendenti direttamente od indirettamente dal Committente, l'Appaltatore, oltre alla corrispondente proroga dei tempi di consegna, ha diritto, dopo 90 (novanta) giorni consecutivi di sospensione, o dopo la notifica da parte del Committente della definitiva sospensione dei lavori:

- al rimborso delle spese vive di cantiere sostenute durante il periodo di sospensione;
- al pagamento del nolo per le attrezzature installate, oppure al pagamento delle spese di rimozione, trasporto e ricollocamento in opera delle stesse, e ciò a scelta del Direttore dei Lavori;
- al pagamento, nei termini contrattuali, dell'importo delle opere, prestazioni e forniture eseguite fino alla data di sospensione dei lavori.

Qualora la sospensione non fosse totale, il Direttore dei Lavori, previo accordo fra le parti, stabilirà l'entità della proroga dei termini di consegna e l'ammontare dell'indennizzo da corrispondere all'Appaltatore stesso.

Sospensioni e ritardi saranno presi in considerazione solo se espressamente riconosciuti come tali con annotazione del Direttore dei Lavori sul giornale dei lavori.

**Art. 23 - SOSPENSIONE DEI LAVORI PER PERICOLO GRAVE ED IMMEDIATO O PER MANCANZA DEI REQUISITI MINIMI DI SICUREZZA**

In caso di inosservanza di norme in materia di sicurezza o in caso di pericolo imminente per i lavoratori, il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori o il Responsabile dei Lavori ovvero il Committente, potrà ordinare la sospensione dei lavori, disponendone la ripresa solo quando sia di nuovo assicurato il rispetto della normativa vigente e siano ripristinate le condizioni di sicurezza e igiene del lavoro.

Per sospensioni dovute a pericolo grave ed imminente il Committente non riconoscerà alcun compenso o indennizzo all'Appaltatore; la durata delle eventuali sospensioni dovute ad inosservanza dell'Appaltatore delle norme in materia di sicurezza, non comporterà uno slittamento dei tempi di ultimazione dei lavori previsti dal contratto.

## **TITOLO IV - VARIANTI IN CORSO D'OPERA**

### **Art. 24 - VARIANTI IN CORSO D'OPERA**

Il Committente si riserva la facoltà di introdurre nelle opere oggetto del contratto, nei limiti di quanto previsto dalla normativa vigente per le opere pubbliche, le opportune varianti.

Le varianti in corso d'opera possono essere ammesse, sentito il progettista e il Direttore dei Lavori, esclusivamente qualora ricorra uno dei seguenti motivi:

- a) per esigenze derivanti da sopravvenute disposizioni legislative e regolamentari;
- b) per cause impreviste e imprevedibili o per l'intervenuta possibilità di utilizzare materiali, componenti e tecnologie non esistenti al momento della progettazione che possono determinare, senza aumento di costo, significativi miglioramenti nella qualità dell'opera o di sue parti e sempre che non alterino l'impostazione progettuale;
- c) per la presenza di eventi inerenti alla natura e alla specificità dei beni sui quali si interviene verificatisi in corso d'opera, o di rinvenimenti imprevisti o non prevedibili nella fase progettuale;
- d) nei casi previsti dall'articolo 1664, comma 2, del codice civile;
- e) per il manifestarsi di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera o la sua utilizzazione. I titolari di incarichi di progettazione sono responsabili per i danni subiti dal Committente in conseguenza a errori o omissioni in fase di progettazione.

Non sono considerati varianti gli interventi disposti dal Direttore dei Lavori per risolvere aspetti di dettaglio, che siano contenuti entro un importo non superiore al 10% per i lavori di recupero, ristrutturazione, manutenzione e restauro e al 5% per tutti gli altri lavori delle categorie di lavoro dell'appalto e che non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato per la realizzazione dell'opera.

Sono inoltre ammesse, nell'esclusivo interesse del Committente, le varianti, in aumento o in diminuzione, finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, purché non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto. L'importo in aumento relativo a tali varianti non può superare il 5% dell'importo originario del contratto e deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera. Qualora tali varianti eccedano il quinto dell'importo originario del contratto, è facoltà del Committente procedere alla risoluzione del contratto, la quale dà luogo al pagamento dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10% dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto.

Il Committente, durante l'esecuzione dei lavori, può ordinare, alle stesse condizioni del contratto, una diminuzione dei lavori secondo quanto previsto nel Capitolato generale d'appalto.

Non può essere introdotta alcuna variazione o addizione al progetto approvato da parte dell'Appaltatore. Lavori eseguiti e non autorizzati non verranno pagati e sarà a carico dell'Appaltatore la rimessa in pristino dei lavori e delle opere nella situazione originaria secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori.

## **TITOLO V - ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE**

### **Art. 25 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE**

L'Appaltatore è colui che assume il compimento dell'opera appaltata con l'organizzazione di tutti i mezzi necessari; pertanto ad esso compete, con le conseguenti responsabilità:

- nominare il Direttore tecnico di cantiere e comunicarne il nominativo al Committente ovvero al Responsabile dei Lavori, al Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione ed al Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione;
- comunicare al Committente ovvero al Responsabile dei Lavori, al Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione ed al Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione il nominativo del Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione;
- predisporre e trasmettere al Committente o al responsabile dei Lavori tutta la documentazione interente la propria idoneità tecnico professionale richiesta e di cui all'art. 90 del d.lgs. 81/08;
- redigere entro trenta giorni dall'aggiudicazione, e comunque prima della consegna dei lavori, il Piano Operativo di Sicurezza conformemente a quanto indicato e prescritto all'art. 89 comma 1 lettera f-ter del d.lgs. 81/08 e all'art. 6 del D.P.R. 222/03, da considerare quale piano complementare e di dettaglio del Piano di Sicurezza e Coordinamento per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori;
- redigere entro trenta giorni dall'aggiudicazione, e comunque prima della consegna dei lavori, eventuali proposte integrative del Piano di Sicurezza e di Coordinamento (qualora previsto ai sensi del d.lgs. 81/08);
- nel caso di appalto pubblico, redigere entro trenta giorni dall'aggiudicazione, e comunque prima della consegna dei lavori, un Piano di Sicurezza Sostitutivo del Piano di Sicurezza e di Coordinamento (qualora non previsto), conformemente a quanto indicato all'art. 5 del D.P.R. 222/03;
- predisporre gli impianti, le attrezzature ed i mezzi d'opera per l'esecuzione dei lavori, nonché gli strumenti ed il personale necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni e controlli;
- predisporre le occorrenti opere provvisorie, quali ponteggi, cesate con relativa illuminazione notturna, recinzioni, baracche per il deposito materiale e per gli altri usi di cantiere, nonché le strade interne occorrenti alla agibilità del cantiere ed in generale quanto previsto dal progetto di intervento relativo alla sicurezza contenuto nei Piani di Sicurezza;
- predisporre per le esigenze del Committente e della Direzione dei Lavori, un locale illuminato e riscaldato con attrezzatura minima da ufficio;
- provvedere agli allacciamenti provvisori, in mancanza di quelli definitivi, per i servizi di acqua, energia elettrica, telefono e fognatura di cantiere;
- provvedere al conseguimento dei permessi di scarico dei materiali e di occupazione del suolo pubblico per le cesate e gli altri usi;
- provvedere all'installazione, all'ingresso del cantiere del regolamentare cartello con le indicazioni relative al progetto, al Committente, all'Impresa esecutrice delle opere, al Progettista, al Direttore dei Lavori;
- munire il personale occupato in cantiere di apposita tessera di riconoscimento corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro. I datori di lavoro con meno di dieci dipendenti possono assolvere a tale obbligo mediante annotazione, su apposito registro di cantiere vidimato dalla Direzione provinciale del lavoro



territorialmente competente da tenersi sul luogo di lavoro, degli estremi del personale giornalmente impiegato nei lavori;

- provvedere all'esecuzione dei rilievi delle situazioni di fatto ed ai tracciamenti delle opere in progetto, alla verifica ed alla conservazione dei capisaldi;
- provvedere all'esecuzione dei disegni concernenti lo sviluppo di dettaglio delle opere da eseguire (casellari, tabelle ferri per c.a., sketches, elenchi materiali, schede di lavorazione, schemi di officina, ecc.);
- provvedere al versamento delle garanzie fidejussorie di cui all'art. 31 del presente Capitolato;
- provvedere all'assicurazione con un massimale di Euro 500 000,00 (cinquecentomila/00) che tenga indenne il Committente da tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore sino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione;
- provvedere all'assicurazione con un massimale di Euro 500 000,00 (cinquecentomila/00) di responsabilità civile per danni causati anche a terze persone ed a cose di terzi sino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o di regolare esecuzione;
- provvedere alla sorveglianza di cantiere ed alla assicurazione contro il furto tanto per le cose proprie che dei fornitori, alla sua pulizia quotidiana, allo sgombero, a lavori ultimati, delle attrezzature, dei materiali residuati e di quant'altro non utilizzato nelle opere;
- assicurare il tempestivo approntamento in cantiere delle attrezzature, degli apprestamenti e delle procedure esecutive previste dai piani di sicurezza ovvero richieste dal Coordinatore in fase di esecuzione dei lavori;
- approvvigionare tempestivamente i materiali necessari per l'esecuzione delle opere;
- disporre in cantiere di idonee e qualificate maestranze in funzione delle necessità delle singole fasi dei lavori, segnalando al Direttore dei Lavori l'eventuale personale tecnico ed amministrativo alle sue dipendenze destinato a coadiuvarlo;
- corrispondere ai propri dipendenti le retribuzioni dovute e rilasciare dichiarazione di aver provveduto nei loro confronti alle assistenze, assicurazioni e previdenze secondo le norme di legge e dei contratti collettivi di lavoro;
- provvedere alla fedele esecuzione del progetto esecutivo delle opere date in Appalto, integrato dalle prescrizioni tecniche impartite dal Direttore dei Lavori, in modo che l'esecuzione risulti conforme alle pattuizioni contrattuali e alla perfetta regola d'arte;
- richiedere tempestivamente al Direttore dei Lavori disposizioni per quanto risulti omesso, inesatto o discordante nelle tavole grafiche o nella descrizione dei lavori;
- avvisare il direttore dei lavori prima di procedere all'esecuzione di ogni getto di cls. chiedendone la preventiva approvazione ed analogamente richiedere al direttore dei lavori autorizzazione a procedere alle opere di scasseratura di travi, pilastri, muri, ecc. o rimozione di banchinaggio dei solai.
- tenere a disposizione dei Coordinatori per la sicurezza, del Committente ovvero del Responsabile dei Lavori e degli Organi di Vigilanza copia controfirmata della documentazione relativa alla progettazione e al piano di sicurezza;
- tenere a disposizione del Direttore dei Lavori i disegni, le tavole ed i casellari di ordinazione per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione ad estranei e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni ed i modelli avuti in consegna dal Direttore dei Lavori;

- provvedere alla tenuta delle scritture di cantiere, alla redazione della contabilità ed alla stesura degli Stati di Avanzamento, a norma di contratto per quanto attiene alle attrezzature, agli apprestamenti ed alle procedure esecutive previste dal piano di sicurezza e individuate nel computo metrico;
- osservare le prescrizioni delle vigenti leggi in materia di esecuzione di opere in conglomerato cementizio, di accettazione dei materiali da costruzione e provvedere alla eventuale denuncia delle opere in c.a. ai sensi del D.P.R. 380/01; provvedere alla confezione ed all'invio di campioni di legante idraulico, ferro tondo e cubetti di prova del calcestruzzo agli Istituti autorizzati dalla legge, per le normali prove di laboratorio;
- provvedere alla fornitura di materiali, mezzi e mano d'opera occorrenti per le prove di collaudo e per le prove di qualità e di rispondenza dei materiali e dei prodotti finiti impiegati;
- prestarsi, qualora nel corso dell'opera si manifestino palesi fenomeni che paiano compromettere i risultati finali, agli accertamenti sperimentali necessari per constatare le condizioni di fatto anche ai fini dell'accertamento delle eventuali responsabilità;
- promuovere ed istituire nel cantiere oggetto del presente Capitolato, un sistema gestionale permanente ed organico diretto alla individuazione, valutazione, riduzione e controllo costante dei rischi per la sicurezza e la salute dei dipendenti e dei terzi operanti nell'ambito dell'impresa;
- promuovere le attività di prevenzione dei rischi per la sicurezza e la salute del personale operante in cantiere, in coerenza a principi e misure predeterminati;
- promuovere un programma di informazione e formazione dei lavoratori, individuando i momenti di consultazione dei dipendenti e dei loro rappresentanti;
- mantenere in efficienza i servizi logistici di cantiere (uffici, mensa, spogliatoi, servizi igienici, docce, ecc.);
- assicurare:
  - il mantenimento del cantiere in condizioni ordinate e di soddisfacente salubrità;
  - la più idonea ubicazione delle postazioni di lavoro;
  - le più idonee condizioni di movimentazione dei materiali;
  - il controllo e la manutenzione di ogni impianto che possa determinare situazioni di pericolo per la sicurezza e la salute dei lavoratori;
  - la più idonea sistemazione delle aree di stoccaggio e di deposito;
  - il tempestivo approntamento in cantiere delle attrezzature, degli apprestamenti e delle procedure esecutive previste dai piani di sicurezza ovvero richieste dal Coordinatore in fase di esecuzione dei lavori;
- rilasciare dichiarazione al Committente di aver sottoposto tutti i lavoratori presenti in cantiere a sorveglianza sanitaria secondo quanto previsto dalla normativa vigente e/o qualora le condizioni di lavoro lo richiedano;
- provvedere alla fedele esecuzione delle attrezzature e degli apprestamenti conformemente alle norme contenute nel piano per la sicurezza e nei documenti di progettazione della sicurezza;
- richiedere tempestivamente disposizioni per quanto risulti omesso, inesatto o discordante nelle tavole grafiche o nel piano di sicurezza ovvero proporre modifiche ai piani di sicurezza nel caso in cui tali modifiche assicurino un maggiore grado di sicurezza;

- tenere a disposizione dei Coordinatori per la sicurezza, del Committente ovvero del Responsabile dei Lavori e degli Organi di Vigilanza, copia controfirmata della documentazione relativa alla progettazione e al piano di sicurezza;
- fornire alle imprese subappaltanti e ai lavoratori autonomi presenti in cantiere:
  - adeguata documentazione, informazione e supporto tecnico-organizzativo;
  - le informazioni relative ai rischi derivanti dalle condizioni ambientali nelle immediate vicinanze del cantiere, dalle condizioni logistiche all'interno del cantiere, dalle lavorazioni da eseguire, dall'interferenza con altre imprese secondo quanto previsto dall'art. 81 del d.lgs. 81/08;
  - le informazioni relative all'utilizzo di attrezzature, apprestamenti, macchinari e dispositivi di protezione collettiva ed individuale;
- mettere a disposizione di tutti i Responsabili del Servizio di Prevenzione e Protezione delle imprese subappaltanti e dei lavoratori autonomi il progetto della sicurezza ed il Piano di Sicurezza e Coordinamento;
- informare il Committente ovvero il Responsabile dei Lavori e i Coordinatori per la sicurezza delle proposte di modifica al Piano di Sicurezza e Coordinamento formulate dalle imprese subappaltanti e dai lavoratori autonomi;
- organizzare il servizio di pronto soccorso, antincendio ed evacuazione dei lavoratori in funzione delle caratteristiche morfologiche, tecniche e procedurali del cantiere oggetto del presente Appalto;
- affiggere e custodire in cantiere una copia della notifica preliminare, degli atti autorizzativi e di tutta la necessaria documentazione di legge;
- fornire al Committente o al Responsabile dei Lavori i nominativi di tutte le imprese e i lavoratori autonomi ai quali intende affidarsi per l'esecuzione di particolari lavorazioni, previa verifica della loro idoneità tecnico-professionale;
- effettuare, qualora richiesto dalla Direzione dei Lavori e comunque al termine dei lavori, misure fonometriche volte a certificare il rispetto dei requisiti acustici passivi degli edifici valutati in sede di progetto, di cui al D.P.C.M. 5 dicembre 1997 e trasmetterne gli esiti al Committente.
- Ispezionare periodicamente, nei primi sei mesi dall'esecuzione, le pavimentazioni in masselli autobloccanti, intervenendo con integrazione della sabbia di sigillatura qualora se ne riscontri la necessità per svuotamento dei giunti.
- Smaltire i materiali provenienti da scavi, demolizioni e rimozioni nelle discariche individuate dalla stazione appaltante. In nessun caso saranno riconosciuti all'appaltatore compensi per eventuali diritti di discarica.

Ogni e qualsiasi danno o responsabilità che dovesse derivare dal mancato rispetto delle disposizioni sopra richiamate, sarà a carico esclusivamente all'Appaltatore con esonero totale della stazione Appaltante.

L'Appaltatore è l'unico responsabile dell'esecuzione delle opere appaltate in conformità a quanto prescritto dalla normativa vigente in materia, della rispondenza di dette opere e parti di esse alle condizioni contrattuali, dei danni direttamente o indirettamente causati durante lo svolgimento dell'appalto.

Nel caso di inosservanza da parte dell'Appaltatore delle disposizioni di cui sopra, la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà, previa diffida a mettersi in regola, sospendere i lavori restando l'Appaltatore tenuto a risarcire i danni direttamente o indirettamente derivati al Committente in conseguenza della sospensione.

L'Appaltatore ha diritto di muovere obiezioni agli ordini del Direttore dei Lavori, qualora possa dimostrarli contrastanti col buon esito tecnico e con l'economia della costruzione e di subordinare l'obbedienza alla espressa liberazione dalle conseguenti responsabilità, a meno che non sia presumibile un pericolo, nel qual caso ha diritto a rifiutare.

Qualora nella costruzione si verifichino assestamenti, lesioni, difetti od altri inconvenienti, l'Appaltatore deve segnalarli immediatamente al Direttore dei Lavori e prestarsi agli accertamenti sperimentali necessari per riconoscere se egli abbia in qualche modo trasgredito le abituali buone regole di lavoro.

Per le opere escluse dall'Appalto, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire:

- lo scarico in cantiere ed il trasporto a deposito, l'accatastamento, l'immagazzinamento e la custodia nell'ambito del cantiere dei materiali e manufatti siano essi approvvigionati dal Committente che dai fornitori da lui prescelti;
- il sollevamento ed il trasporto al luogo di impiego dei materiali e dei manufatti;
- in generale la fornitura di materiali e di mano d'opera edili ed il noleggio di attrezzature e macchine occorrenti per la posa in opera e per le assistenze murarie alle Ditte fornitrici.

Per tutte le suddette prestazioni l'Appaltatore verrà compensato in economia secondo quanto stabilito nell'“Elenco dei prezzi unitari” allegato al contratto.

#### **Art. 26 - PERSONALE DELL'APPALTATORE**

Il personale destinato ai lavori dovrà essere, per numero e qualità, adeguato all'importanza dei lavori da eseguire ed ai termini di consegna stabiliti o concordati con la Direzione dei Lavori anche in relazione a quanto indicato dal programma dei lavori integrato. Dovrà pertanto essere formato e informato in materia di approntamento di opere, di presidi di prevenzione e protezione e in materia di salute e igiene del lavoro.

L'Appaltatore dovrà inoltre osservare le norme e le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti vigenti sull'assunzione, tutela, protezione ed assistenza dei lavoratori impegnati sul cantiere, comunicando, prima della stipula del contratto, gli estremi della propria iscrizione agli Istituti previdenziali ed assicurativi.

Tutti i dipendenti dell'Appaltatore sono tenuti ad osservare:

- i regolamenti in vigore in cantiere;
- le norme antinfortunistiche proprie del lavoro in esecuzione e quelle particolari vigenti in cantiere;
- le indicazioni contenute nei Piani di Sicurezza e le indicazioni fornite dal Coordinatore per l'esecuzione.

Tutti i dipendenti e/o collaboratori dell'Appaltatore devono essere formati, addestrati e informati alle mansioni disposte, in funzione della figura, e con riferimento alle attrezzature ed alle macchine di cui sono operatori, a cura ed onere dell'Appaltatore medesimo.

L'inosservanza delle predette condizioni costituisce per l'Appaltatore responsabilità, sia in via penale che civile, dei danni che per effetto dell'inosservanza stessa dovessero derivare al personale, a terzi ed agli impianti di cantiere.

#### **Art. 27 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEL DIRETTORE TECNICO DI CANTIERE**

Il Direttore tecnico di cantiere, nella persona di un tecnico professionalmente abilitato, regolarmente iscritto all'albo di categoria e di competenza professionale estesa ai lavori da

eseguire, viene nominato dall'Appaltatore, affinché in nome e per conto suo curi lo svolgimento delle opere, assumendo effettivi poteri dirigenziali e la responsabilità dell'organizzazione dei lavori, pertanto ad esso compete con le conseguenti responsabilità:

- gestire ed organizzare il cantiere in modo da garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori;
- osservare e far osservare a tutte le maestranze presenti in cantiere, le prescrizioni contenute nei Piani della Sicurezza, le norme di coordinamento del presente Capitolato e contrattuali e le indicazioni ricevute dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori;
- allontanare dal cantiere coloro che risultassero in condizioni psico-fisiche tali o che si comportassero in modo tale da compromettere la propria sicurezza e quella degli altri addetti presenti in cantiere o che si rendessero colpevoli di insubordinazione o disonestà;
- vietare l'ingresso alle persone non addette ai lavori e non espressamente autorizzate dal Responsabile dei Lavori.

L'Appaltatore è in ogni caso responsabile dei danni cagionati dalla inosservanza e trasgressione delle prescrizioni tecniche e delle norme di vigilanza e di sicurezza disposte dalle leggi e dai regolamenti vigenti.

#### **Art. 28 - FUNZIONI, COMPITI E RESPONSABILITÀ DEI LAVORATORI AUTONOMI E DELLE IMPRESE SUBAPPALTATRICI**

Al lavoratore autonomo ovvero all'impresa subappaltatrice competono con le conseguenti responsabilità:

- il rispetto di tutte le indicazioni contenute nei piani di sicurezza e tutte le richieste del Direttore tecnico dell'Appaltatore;
- l'uso tutte le attrezzature di lavoro ed i dispositivi di protezione individuale in conformità alla normativa vigente;
- la collaborazione e la cooperazione con le imprese coinvolte nel processo costruttivo;
- non pregiudicare con le proprie lavorazioni la sicurezza delle altre imprese presenti in cantiere;
- informare l'Appaltatore sui possibili rischi per gli addetti presenti in cantiere derivanti dalle proprie attività lavorative;

#### **Art. 29 - DISCIPLINA DEL CANTIERE**

Il Direttore tecnico dell'impresa deve mantenere la disciplina nel cantiere; egli è obbligato ad osservare ed a far osservare ad ogni lavoratore presente in cantiere, in ottemperanza alle prescrizioni contrattuali, gli ordini ricevuti dal Direttore dei Lavori e dal Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione. E' tenuto ad allontanare dal cantiere coloro che risultassero incapaci o che si rendessero colpevoli di insubordinazione o disonestà. E' inoltre tenuto a vietare l'ingresso alle persone non addette ai lavori e non autorizzate dal Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore è in ogni caso responsabile dei danni cagionati dalla inosservanza e trasgressione delle prescrizioni tecniche e delle norme di vigilanza e di sicurezza disposte dalle leggi e dai regolamenti vigenti.

Le Ditte dirette fornitrici del Committente sono tenute ad osservare l'orario di cantiere e le disposizioni di ordine generale emanate dall'Appaltatore.

L'inosservanza da parte di tali Ditte delle disposizioni predette esonera l'Appaltatore dalle relative responsabilità.

### **Art. 30 - DISCIPLINA DEI SUBAPPALTI**

Ai sensi dell'art. 118 del d.lgs. 163/06 è considerato subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività ovunque espletate che richiedano l'impiego di manodopera, quali le forniture con posa in opera e i noli a caldo, se singolarmente di importo superiore al 2% dell'importo delle prestazioni affidate o di importo superiore a 100.000 euro e qualora l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50% dell'importo del contratto da affidare.

È vietato all'Appaltatore cedere ad altri il Contratto sotto pena della sua risoluzione e del risarcimento dei danni a favore del Committente, salvo che per i casi previsti all'art. 116 del d.lgs. 163/06.

Tutte le prestazioni e lavorazioni indicate dal Committente nel progetto esecutivo, a qualsiasi categoria appartengano, sono subappaltabili, ferme restando le vigenti disposizioni che ne prevedono il divieto, fino alla misura massima del 30%. L'Appaltatore rimane comunque responsabile, nei confronti del Committente, delle opere e prestazioni subappaltate.

Il Committente potrà far annullare il subappalto per incompetenza od indesiderabilità del subappaltatore, senza essere in questo tenuto ad indennizzi o risarcimenti di sorta.

L'affidamento in subappalto è sottoposto alle seguenti condizioni:

- i concorrenti all'atto dell'offerta o l'Appaltatore, nel caso di varianti in corso di esecuzione, all'atto dell'affidamento, devono indicare i lavori o le parti di opere ovvero i servizi e le forniture o parti di servizi e forniture che intendono subappaltare;
- l'Appaltatore deve provvedere al deposito del contratto di subappalto presso il Committente almeno venti giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative prestazioni, corredato di tutta la certificazione attestante il possesso da parte del subappaltatore di tutti i requisiti prescritti;
- l'Appaltatore deve praticare, per le prestazioni affidate in subappalto, gli stessi prezzi unitari posti a contratto, con ribasso non superiore al 20%;
- l'Appaltatore che si avvale del subappalto deve allegare alla copia autentica del contratto la dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di collegamento con il titolare del subappalto.

Nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese in subappalto.

L'Appaltatore è responsabile dell'osservanza da parte dei subappaltatori delle norme in materia di trattamento economico e normativo stabilite dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si eseguono le prestazioni.

L'Appaltatore e, per suo tramite, i Subappaltatori, devono trasmettere al Committente o al Responsabile dei Lavori prima dell'inizio dei lavori:

- la documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, assicurativi e antinfortunistici;
- copia del Piano Operativo di Sicurezza;
- copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi, nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva.

L'Appaltatore e' tenuto a curare il coordinamento di tutti i subappaltatori operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici Piani redatti dai singoli subappaltatori compatibili tra loro e coerenti con il Piano di Sicurezza e Coordinamento. Il direttore tecnico di cantiere e' responsabile del rispetto del Piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.

L'esecuzione delle prestazioni affidate in subappalto non può formare oggetto di ulteriore subappalto salvo che per la fornitura con posa in opera di impianti e di strutture speciali: in tal caso

L'Appaltatore è tenuto a comunicare al Committente tutti i sub-contratti stipulati per l'esecuzione dell'appalto, il nome del sub-contraente, l'importo del contratto, l'oggetto del lavoro, servizio o fornitura affidati.

### **Art. 31 - RINVENIMENTO DI OGGETTI**

L'Appaltatore è tenuto a denunciare al Committente ed al Direttore dei Lavori il rinvenimento, occorso durante l'esecuzione delle opere, di oggetti di interesse archeologico o di valore intrinseco e ad averne la massima cura fino alla consegna.

### **Art. 32 - GARANZIE E COPERTURE ASSICURATIVE**

Al momento della stipula del contratto, l'Appaltatore deve prestare una garanzia fidejussoria nella misura del 10% (dieci) dell'importo netto dell'Appalto. In caso di aggiudicazione con ribasso d'asta superiore al 10 % (dieci), la garanzia fideiussoria è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10 % (dieci); ove il ribasso sia superiore al 20 % (venti), l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20 % (venti).

La fideiussione bancaria o la polizza assicurativa deve prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, comma 2, del codice civile, nonché l'operatività della garanzia medesima entro quindici giorni, a semplice richiesta scritta del Committente.

La suddetta garanzia è fissata per l'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto da parte dell'Appaltatore, del risarcimento di danni derivati dall'inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché del rimborso delle somme che il Committente avesse eventualmente pagato in più durante l'appalto in confronto del credito dell'Appaltatore, risultante dalla liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno.

Il Committente ha il diritto di valersi della cauzione per l'eventuale maggior spesa sostenuta per il completamento dei lavori in caso di risoluzione del contratto disposta in danno dell'Appaltatore. Il Committente ha inoltre il diritto di valersi della cauzione per provvedere al pagamento di quanto dovuto dall'Appaltatore per le inadempienze derivanti dall'inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori comunque presenti in cantiere.

Resta salva la facoltà del Committente di rivalersi sugli importi eventualmente dovuti a saldo all'Appaltatore o l'esperimento di ogni altra azione nel caso in cui tali importi risultassero insufficienti.

L'Appaltatore è obbligato a reintegrare la garanzia di cui il Committente abbia dovuto valersi, in tutto o in parte, durante l'esecuzione del contratto; in caso di inottemperanza, la reintegrazione si effettua a valere sui ratei di prezzo da corrispondere all'Appaltatore.

La garanzia fideiussoria è progressivamente svincolata in relazione dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo del 75% dell'iniziale importo garantito. Lo svincolo, nei termini e per le entità di cui sopra, è automatico, senza necessità di benestare del Committente, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'Appaltatore, degli stati di avanzamento dei lavori o di analogo documento, in originale o in copia autentica, attestanti l'avvenuta esecuzione.

L'ammontare residuo, pari al 25% dell'iniziale importo garantito, è svincolato secondo la normativa vigente. Sono nulle le eventuali pattuizioni contrarie o in deroga. Il mancato svincolo nei quindici giorni dalla consegna degli stati di avanzamento o della documentazione analoga costituisce inadempimento del garante nei confronti dell'impresa per la quale la garanzia è prestata.

La garanzia cessa di avere effetto soltanto alla data di emissione del certificato di collaudo o di regolare esecuzione e dopo che l'Appaltatore avrà dimostrato il completo esaurimento degli obblighi contrattuali e l'estinzione di tutti i crediti nei suoi confronti, inclusi i versamenti degli oneri sociali previsti dalla normativa vigente per la mano d'opera impegnata e la cui estinzione dovrà essere certificata dai competenti Ispettorati del Lavoro. In assenza di tali requisiti, la garanzia definitiva verrà trattenuta dal Committente fino all'adempimento delle condizioni suddette.

L'Appaltatore è altresì obbligato a stipulare una polizza assicurativa per tutti i rischi di esecuzione derivanti da qualsiasi causa, salvo quelli legati ad errori di progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore, che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni a terzi nell'esecuzione dei lavori, con decorrenza dalla data di consegna dei lavori e sino alla data di emissione del certificato di collaudo o di regolare esecuzione.

### **Art. 33 - NORME DI SICUREZZA**

I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto delle vigenti normative in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro.

Nell'accettare i lavori oggetto del contratto l'Appaltatore dichiara:

- di aver preso conoscenza delle opere provvisorie da predisporre, di aver visitato la località interessata dai lavori e di averne accertato le condizioni di viabilità e di accesso, nonché gli impianti che la riguardano;
- di aver valutato, nell'offerta, tutte le circostanze ed elementi che influiscono sul costo della manodopera, dei noli e dei trasporti relativamente alle opere provvisorie.

L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di elementi non valutati, tranne che tali elementi non si configurino come causa di forza maggiore contemplata nel codice civile (e non escluse da altre norme nel presente Capitolato o si riferiscano a condizioni soggette a possibili modifiche espressamente previste nel contratto).

Con l'accettazione dei lavori l'Appaltatore dichiara di avere la possibilità ed i mezzi necessari per procedere all'esecuzione degli stessi secondo le migliori norme di sicurezza e conduzione dei lavori.

L'Appaltatore non potrà subappaltare a terzi le attrezzature, gli apprestamenti e le procedure esecutive o parte di esse senza la necessaria autorizzazione del Committente o del Responsabile dei Lavori ovvero del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori.

Qualora, durante l'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore ritenesse opportuno, nell'interesse stesso dello sviluppo dei lavori, affidare il subappalto a Ditte specializzate, esso dovrà ottenere preventiva esplicita autorizzazione scritta dal Committente ovvero dal Coordinatore per l'esecuzione.

L'Appaltatore rimane, di fronte al Committente, unico responsabile delle attrezzature, degli apprestamenti e delle procedure esecutive subappaltate per quanto riguarda la loro conformità alle norme di legge.

È fatto obbligo all'Appaltatore di provvedere ai materiali, ai mezzi d'opera e ai trasporti necessari alla predisposizione di opere provvisorie, che per cause non previste e prevedibili, il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori o il responsabile dei lavori ovvero il Committente, ritengono necessarie per assicurare un livello di sicurezza adeguato alle lavorazioni.

In questo caso per l'esecuzione di lavori non previsti si farà riferimento all'elenco prezzi allegato ovvero si procederà a concordare nuovi prezzi, come riportato nell'articolo corrispondente del Capitolato Speciale d'Appalto - Disposizioni amministrative.



### **Art. 34 - LAVORO NOTTURNO E FESTIVO**

Nell'osservanza delle norme relative alla disciplina del lavoro e nel caso di ritardi tali da non garantire il rispetto dei termini contrattuali, la Direzione dei Lavori potrà ordinare la continuazione delle opere oltre gli orari fissati e nei giorni festivi; in tal caso l'Appaltatore potrà richiedere la corresponsione delle sole tariffe per la mano d'opera previste dalla normativa vigente per queste situazioni.

## **TITOLO VI - VALUTAZIONE DEI LAVORI**

### **Art. 35 - VALUTAZIONE DEI LAVORI - CONDIZIONI GENERALI**

Nei prezzi contrattuali sono compresi tutti gli oneri ed obblighi richiamati nel presente capitolato e negli altri atti contrattuali che l'Appaltatore dovrà sostenere per l'esecuzione di tutta l'opera e delle sue parti nei tempi e modi prescritti.

L'esecuzione dell'opera indicata dovrà, comunque, avvenire nella completa applicazione della disciplina vigente relativa alla materia, includendo tutte le fasi contrattuali, di progettazione, di messa in opera, di prevenzione infortuni e tutela dei lavoratori, della sicurezza, ecc. includendo qualunque altro aspetto normativo necessario al completamento dei lavori nel rispetto delle specifiche generali e particolari già citate.

I prezzi contrattualmente definiti sono accettati dall'Appaltatore nella più completa ed approfondita conoscenza delle quantità e del tipo di lavoro da svolgere rinunciando a qualunque altra pretesa di carattere economico che dovesse derivare da errata valutazione o mancata conoscenza dei fatti di natura geologica, tecnica, realizzativa o normativa legati all'esecuzione dei lavori.

Le eventuali varianti che comportino modifiche sostanziali al progetto (ampliamenti o riduzioni di cubatura, aggiunta o cancellazione di parti dell'opera, ecc.), dovranno essere ufficialmente autorizzate dalla Direzione dei Lavori e contabilizzate a parte secondo le condizioni contrattuali previste per tali lavori; non sono compresi, in questa categoria, i lavori di rifacimento richiesti per cattiva esecuzione o funzionamento difettoso che dovranno essere eseguiti a totale carico e spese dell'Appaltatore.

Il prezzo previsto per tutte le forniture di materiali e di impianti è comprensivo, inoltre, dell'onere per l'eventuale posa in periodi diversi di tempo, qualunque possa essere l'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti dall'Appaltatore.

Queste norme si applicano per tutti i lavori indicati dal presente capitolato (eseguiti in economia, a misura, a corpo, ecc.) e che saranno, comunque, verificati in contraddittorio con l'Appaltatore; si richiama espressamente, in tal senso, l'applicazione dell'Elenco prezzi indicato nei documenti che disciplinano l'Appalto.

### **Art. 36 - VALUTAZIONE DEI LAVORI A CORPO**

Il prezzo a corpo indicato nel presente capitolato comprende e compensa tutte le lavorazioni, i materiali, gli impianti, i mezzi e la mano d'opera necessari alla completa esecuzione delle opere richieste dalle prescrizioni progettuali e contrattuali, dalle indicazioni della Direzione dei Lavori e da quanto altro, eventualmente specificato, nella piena osservanza della normativa vigente e delle specifiche del presente capitolato.

Per le prestazioni a corpo, il prezzo convenuto non può essere modificato sulla base della verifica della quantità o della qualità della prestazione.

#### **DISPOSIZIONI**

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire le opere indicate in base ai disegni di progetto ed alle prescrizioni già citate senza introdurre alcuna variazione che non sia ufficialmente autorizzata.

### **Art. 37 - VALUTAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA**

Le prestazioni in economia saranno eseguite nella piena applicazione della normativa vigente sulla mano d'opera, i noli, i materiali incluse tutte le prescrizioni contrattuali e le specifiche del presente

capitolato; le opere dovranno essere dettagliatamente descritte (nelle quantità, nei tempi di realizzazione, nei materiali, nei mezzi e numero di persone impiegate) e controfirmate dalla Direzione dei Lavori.

**TITOLO VII - LIQUIDAZIONE DEI CORRISPETTIVI****Art. 38 - FORMA DELL'APPALTO**

Tutte le opere oggetto del presente Appalto verranno compensate sulla base di prezzi globali e forfettari, comprensivi di tutte le opere parziali che compongono le varie opere e che sono descritte nell'allegata specifica tecnica.

I prezzi a forfait, anche se non dettagliatamente elencati, includono tutti i lavori e prestazioni necessari per dare l'opera finita.

Le opere a corpo saranno contabilizzate progressivamente nei vari stati di avanzamento, sulla base di una percentuale equamente stimata di volta in volta e corrispondente alla quota parte del lavoro effettivamente svolto al momento della stesura dello stato di avanzamento.

Eventuali nuove opere, ovvero opere non previste nella citata specifica tecnica verranno contabilizzate a misura, per le quantità effettivamente eseguite, in base ai prezzi unitari previsti nell'allegato elenco dei prezzi unitari.

Solo le opere per le quali verrà esplicitamente richiesta l'esecuzione in economia saranno contabilizzate e liquidate, nella loro effettiva entità risultante dalle bollette di economia, in base ai prezzi unitari previsti nell'allegato elenco dei prezzi unitari.

**Art. 39 - IMPORTO DELL'APPALTO**

L'importo dell'Appalto è determinato a corpo ai sensi dell'art. 53 comma 4 del Codice dei Contratti e degli art. 45 comma 6 e art. 90 comma 5 del regolamento di cui al DPR 554/99.

**Art. 40 - DISTRIBUZIONE DEGLI IMPORTI**

Con riferimento agli importi per lavori ed oneri compensati a corpo, compresi nell'appalto, la distribuzione relativa alle varie categorie di lavoro da realizzare risulta riassunta nel seguente prospetto:

1.	Mano d'opera, noli e materiali	€	0,00	0,000%
2.	Opere provvisionali	€	4 748,54	0,409%
3.	Scavi	€	6 362,58	0,548%
4.	Demolizioni e rimozioni	€	12 558,04	1,083%
5.	C.A.	€	128 241,94	11,055%
6.	Murature e tavolati	€	136 546,52	11,771%
7.	Solai	€	23 634,48	2,037%
8.	Soffitti e plaffoni	€	8 438,50	0,727%
9.	Intonaci	€	5 877,89	0,507%
10.	Tetti e coperture	€	33 698,23	2,905%
11.	Sottofondi e pavimenti	€	55 906,52	4,820%
12.	Tubi e canne	€	1 940,25	0,167%
13.	Impermeabilizzazioni, isolanti e coibenti	€	54 722,88	4,717%
14.	Opere in pietra naturale	€	1 991,94	0,172%

15. Opere di pavimentazione e rivestimento	€	44 412,42	3,829%
16. Opere di pavimentazione esterna	€	40 462,54	3,488%
17. Opere da giardiniere	€	2 861,35	0,247%
18. Opere da lattoniere	€	50 434,98	4,348%
19. Opere da falegname	€	79 898,94	6,888%
20. Opere da fabbro e serramentista	€	130 423,59	11,243%
21. Opere da verniciatore	€	8 418,13	0,726%
22. Impianti fluido meccanici	€	125 810,00	10,846%
23. Impianto elettrico	€	135 670,00	11,696%
24. Assistenze murarie	€	30 114,00	2,596%
25. Allacciamento f.e.m.	€	3 404,38	0,293%
26. Allacciamento linea telefonica	€	1 563,05	0,135%
27. Rete smaltimento acque nere e bianche	€	31 858,32	2,746%

Per i lavori di cui al precedente quadro, che ne indica gli importi presuntivi in relazione alle diverse categorie di lavori a corpo, si applica il prezzo chiuso.

#### **Art. 41 - LAVORI IN ECONOMIA**

Gli eventuali lavori in economia che dovessero rendersi indispensabili possono essere autorizzati ed eseguiti solo nei limiti impartiti, con ordine di servizio, dalla Direzione dei Lavori e verranno rimborsati sulla base dell'elenco prezzi allegato al contratto.

La liquidazione dei lavori in economia è condizionata alla presentazione di appositi fogli di registrazione, giornalmente rilasciati dalla Direzione dei Lavori, con l'indicazione delle lavorazioni eseguite in corso d'opera e dovrà pertanto essere effettuata con le stesse modalità stipulate per il contratto principale.

#### **Art. 42 - NUOVI PREZZI**

I prezzi relativi ad eventuali opere non previste nell'“Elenco prezzi” saranno determinati dal Direttore dei Lavori in analogia ai prezzi delle opere contrattuali più simili; se tale riferimento non è possibile, il nuovo prezzo sarà determinato dal Direttore dei Lavori in base ad analisi dei costi, applicando i prezzi unitari di mano d'opera, materiali, noli, trasporti, ecc. indicati nell'“Elenco prezzi” allegato al contratto o comunque con riferimento ai prezzi elementari alla data di formulazione dell'offerta, come indicato all'art. 136 del D.P.R. 554/99.

I nuovi prezzi sono determinati in contraddittorio tra il Direttore dei Lavori e l'Appaltatore; qualora l'Appaltatore non iscriva riserva negli atti contabili nei modi previsti i prezzi s'intendono definitivamente accettati. Tutti i nuovi prezzi sono soggetti al ribasso d'asta contrattuale.

#### **Art. 43 - INVARIABILITÀ DEI PREZZI**

L'Appaltatore dichiara di aver approvvigionato all'atto dell'inizio dei lavori i materiali necessari per l'esecuzione dei lavori affidatigli e di aver tenuto conto nella formulazione dei prezzi contrattuali delle variazioni del costo della mano d'opera prevedibili nel periodo di durata dei lavori; tutti i prezzi si intendono pertanto fissi ed invariabili per tutta la durata dei lavori.

Tuttavia, qualora il prezzo di singoli materiali da costruzione, per effetto di circostanze eccezionali, subisca variazioni in aumento o in diminuzione, superiori al 10% rispetto al prezzo rilevato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nell'anno di presentazione dell'offerta, si fa luogo a compensazioni, in aumento o in diminuzione, per la percentuale eccedente il 10%.

La compensazione è determinata applicando la percentuale di variazione che eccede il 10% al prezzo dei singoli materiali da costruzione impiegati nelle lavorazioni contabilizzate nell'anno solare precedente alle rilevazioni ministeriali e nelle quantità accertate dal Direttore dei Lavori.

Le compensazioni di cui sopra possono essere applicate nel limite delle risorse a disposizione del Committente ed in particolare relative alle somme appositamente accantonate per imprevisti in misura non inferiore all'1% del totale dell'importo dei lavori, fatte salve le somme relative agli impegni contrattuali già assunti, nonché le eventuali ulteriori somme a disposizione. Possono altresì essere utilizzate le somme derivanti da ribassi d'asta, qualora non ne sia prevista una diversa destinazione sulla base delle norme vigenti, nonché le somme disponibili relative ad altri interventi ultimati nei limiti della residua spesa autorizzata.

#### **Art. 44 - CONTABILITÀ DEI LAVORI**

I documenti amministrativi contabili per l'accertamento dei lavori e delle somministrazioni sono:

- a) *il giornale dei lavori*, compilato dal Direttore dei Lavori che annoterà l'ordine, il modo e l'attività con cui progrediscono le lavorazioni, la specie ed il numero di operai, l'attrezzatura tecnica impiegata dall'appaltatore nonché quant'altro interessi l'andamento tecnico ed economico dei lavori. Inoltre sul giornale sono riportate le circostanze e gli avvenimenti relativi ai lavori che possano influire sugli stessi e gli ordini di servizio, le istruzioni e le prescrizioni del direttore dei lavori, le relazioni indirizzate al Committente, i processi verbali di accertamento di fatti o di esperimento di prove, le contestazioni, le sospensioni e le riprese dei lavori, le varianti, le modifiche od aggiunte ai prezzi.

Durante il corso dei lavori resterà in cantiere, in consegna all'Appaltatore; al termine dei lavori il giornale dei lavori verrà ritirato dal Direttore dei Lavori che lo terrà a disposizione delle parti contraenti;

- b) *i libretti di misura delle lavorazioni e delle provviste*, che dovranno contenere la misura e la classificazione delle lavorazioni e delle provviste secondo la denominazione di contratto nonché eventuali altre memorie esplicative, al fine di dimostrare chiaramente ed esattamente, nelle sue varie parti, la forma ed il modo di esecuzione.

I lavori a corpo sono annotati su apposito libretto delle misure, sul quale, in occasione di ogni stato d'avanzamento e per ogni categoria di lavorazione in cui il lavoro è stato suddiviso, viene registrata la quota percentuale dell'aliquota relativa alla stessa categoria, rilevabile dal capitolato speciale d'appalto, che è stata eseguita. In occasione di ogni stato d'avanzamento la quota percentuale eseguita dell'aliquota di ogni categoria di lavorazione che è stata eseguita viene riportata distintamente nel registro di contabilità;

- c) *il registro di contabilità* contiene la trascrizione delle annotazioni delle lavorazioni e delle somministrazioni contenute nei libretti delle misure e compilato secondo le modalità indicate dalla normativa di riferimento, segnando per ciascuna partita il richiamo della relativa pagina del libretto ed il corrispondente prezzo unitario di appalto. L'iscrizione delle partite deve essere in ordine cronologico.

Il registro è tenuto dal Direttore dei Lavori ed è firmato dall'Appaltatore, con o senza riserve;

- d) *il sommario del registro di contabilità*, contenente ciascuna partita classificata secondo il rispettivo articolo di elenco e di perizia ed indica, per ogni stato di avanzamento dei lavori, la quantità di ogni lavorazione eseguita ed i relativi importi. Nel caso di lavori a corpo, viene

specificata ogni categoria di lavorazione secondo il capitolato speciale, con la indicazione della rispettiva aliquota di incidenza rispetto all'importo contrattuale a corpo;

- e) gli stati d'avanzamento dei lavori, nei quali sono riassunte tutte le lavorazioni e tutte le somministrazioni eseguite dal principio dell'appalto sino alla data di redazione degli stessi ed ai quali è allegata una copia degli eventuali elenchi dei nuovi prezzi, indicando gli estremi della intervenuta approvazione.

Gli stati di avanzamento lavori sono redatti dal Direttore dei Lavori quando, in relazione alle modalità specificate nel capitolato speciale d'appalto, si debba effettuare il pagamento di una rata di acconto.

Lo stato di avanzamento è ricavato dal registro di contabilità ma può essere redatto anche utilizzando quantità ed importi progressivi per voce o, nel caso di lavori a corpo, per categoria, riepilogati nel sommario del registro di contabilità;

- f) *i certificati per il pagamento delle rate di acconto*, rilasciati dal Committente sulla base degli stati di avanzamento dei lavori per l'emissione del mandato di pagamento. I certificati di pagamento devono essere annotati nel registro di contabilità.
- g) *il conto finale e la relativa relazione*, redatti dal Direttore dei Lavori entro il termine stabilito nel capitolato speciale e con le stesse modalità previste per lo stato di avanzamento dei lavori. La relazione finale deve indicare le vicende alle quali l'esecuzione del lavoro è stata soggetta, allegando la relativa documentazione, ed in particolare:
- i verbali di consegna dei lavori;
  - gli atti di consegna e riconsegna di mezzi d'opera, aree o cave di prestito concessi in uso all'impresa;
  - le eventuali perizie suppletive e di variante, con gli estremi della intervenuta approvazione;
  - gli eventuali nuovi prezzi ed i relativi verbali di concordamento o atti aggiuntivi, con gli estremi di approvazione e di registrazione;
  - gli ordini di servizio impartiti;
  - la sintesi dell'andamento e dello sviluppo dei lavori con l'indicazione delle eventuali riserve e la menzione degli eventuali accordi bonari intervenuti;
  - i verbali di sospensione e ripresa dei lavori, il certificato di ultimazione con la indicazione dei ritardi e delle relative cause;
  - gli eventuali sinistri o danni a persone animali o cose con indicazione delle presumibile cause e delle relative conseguenze;
  - i processi verbali di accertamento di fatti o di esperimento di prove;
  - le richieste di proroga e le relative determinazioni della stazione appaltante;
  - gli atti contabili (libretti delle misure, registro di contabilità, sommario del registro di contabilità);
  - tutto ciò che può interessare la storia cronologica della esecuzione, aggiungendo tutte quelle notizie tecniche ed economiche che possono agevolare il collaudo.

Ciascun soggetto incaricato, per la parte che gli compete secondo le proprie attribuzioni, sottoscrive i documenti contabili ed assume la responsabilità dell'esattezza delle cifre e delle operazioni che ha rilevato, notato o verificato.

#### **Art. 45 - STATI DI AVANZAMENTO DEI LAVORI - PAGAMENTI**

Il Direttore dei Lavori, redigerà ogni qual volta l'importo dei lavori eseguiti (al netto di ribasso d'asta) e non ancora liquidati sarà pari o superiore ad Euro 400 000,00 (quattrocentomila/00) uno stato di avanzamento dei lavori, che riporterà l'avanzamento progressivo delle varie opere e prestazioni ed i corrispondenti importi, secondo quanto stabilito all'articolo precedente.

Gli stati d'avanzamento lavori saranno emessi fino al raggiungimento del 90% (novanta) dell'importo contrattuale dei lavori. L'ulteriore rata di saldo pari al 10% (dieci), fatte salve le ritenute di legge sarà liquidata entro 90 (novanta) giorni dalla data di emissione del collaudo

Lo stato di avanzamento dei lavori sarà sottoposto al Committente che provvederà, entro 45 (quarantacinque) giorni, al suo esame ed all'emissione del certificato per il pagamento della rata ovvero per il mandato di pagamento relativo.

Le liquidazioni delle rate hanno carattere provvisorio e possono quindi essere rettificare o corrette qualora la Direzione dei Lavori, a seguito di ulteriori accertamenti, lo ritenga necessario.

In caso di ritardo nella emissione dei certificati di pagamento o dei titoli di spesa relativi agli acconti e alla rata di saldo rispetto alle condizioni e ai termini stabiliti dal contratto spettano all'esecutore dei lavori gli interessi, legali e moratori, ferma restando la sua facoltà, trascorsi i termini di cui sopra o, nel caso in cui l'ammontare delle rate di acconto, per le quali non sia stato tempestivamente emesso il certificato o il titolo di spesa, raggiunga il quarto dell'importo netto contrattuale, di agire ai sensi dell'articolo 1460 del codice civile, ovvero, previa costituzione in mora della Committenza e trascorsi sessanta giorni dalla data della costituzione stessa, di promuovere il giudizio arbitrale per la dichiarazione di risoluzione del contratto.

#### **Art. 46 - CONTO FINALE**

Il conto finale dei lavori oggetto dell'appalto viene redatto dal Direttore dei Lavori entro 60 (sessanta) giorni dalla data di ultimazione dei lavori è trasmesso, entro lo stesso termine, al Committente per i relativi adempimenti.

Il conto finale è accompagnato da una relazione con gli allegati connessi alla storia cronologica dell'esecuzione, oltre a quelle notizie di carattere tecnico ed economico, atte ad agevolare le operazioni di collaudo, secondo le indicazioni di cui all'art. 43.

Il conto finale viene trasmesso dal Committente all'Appaltatore che, a meno di eccezioni e riserve, viene firmato per accettazione entro 30 (trenta) giorni.

#### **Art. 47 - ECCEZIONI DELL'APPALTATORE**

Nel caso che l'Appaltatore ritenga che le disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori siano difformi dai patti contrattuali, o che le modalità esecutive comportino oneri più gravosi di quelli previsti dal presente capitolato, tali da richiedere la formazione di un nuovo prezzo o speciale compenso, dovrà, a pena di decadenza, formulare le proprie eccezioni e riserve nei tempi e modi previsti dalla normativa vigente.



## **TITOLO VIII - CONTROLLI**

### **Art. 48 - PROVE E VERIFICHE DEI LAVORI, RISERVE DELL'APPALTATORE**

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti secondo quanto contenuto e prescritto dai documenti contrattuali.

Il Committente procederà, a mezzo della Direzione dei Lavori, al controllo dello svolgimento dei lavori, verificandone le condizioni di esecuzione e lo stato di avanzamento.

La Direzione dei Lavori potrà procedere in qualunque momento all'accertamento e misurazione delle opere compiute; ove l'Appaltatore non si prestasse ad eseguire in contraddittorio tali operazioni, gli sarà assegnato un termine perentorio, scaduto il quale gli verranno addebitati i maggiori oneri per conseguenza sostenuti. In tal caso, inoltre, l'Appaltatore non potrà avanzare alcuna richiesta per eventuali ritardi nella contabilizzazione o nell'emissione dei certificati di pagamento.

Il Direttore dei Lavori segnalerà tempestivamente all'Appaltatore le eventuali opere che ritenesse non eseguite in conformità alle prescrizioni contrattuali o a regola d'arte; l'Appaltatore provvederà a perfezionarle a sue spese.

Qualora l'Appaltatore non intendesse ottemperare alle disposizioni ricevute, il Committente avrà la facoltà di provvedervi direttamente od a mezzo di terzi.

In ogni caso prima di dar corso ai perfezionamenti o rifacimenti richiesti, dovranno essere predisposte, in contraddittorio fra le parti, le necessarie misurazioni o prove; le spese incontrate per l'esecuzione delle opere contestate, nonché quelle inerenti alle misurazioni e alla preconstituzione delle prove, saranno a carico della parte che, a torto, le ha provocate.

Insorgendo controversie su disposizioni impartite dal Direttore dei Lavori o sulla interpretazione delle clausole contrattuali, l'Appaltatore potrà formulare riserva entro 15 (quindici) giorni da quando i fatti che la motivano si siano verificati o siano venuti a sua conoscenza.

La formulazione delle riserve dovrà effettuarsi mediante lettera raccomandata.

Le riserve dovranno essere specificate in ogni loro elemento tecnico ed economico.

Entro 15 (quindici) giorni dalla formulazione delle riserve il Direttore dei Lavori farà le sue controdeduzioni.

Le riserve dell'Appaltatore e le controdeduzioni del Direttore dei Lavori non avranno effetto interruttivo o sospensivo per tutti gli altri aspetti contrattuali.

Qualora le riserve non venissero accolte o non si raggiungesse un accordo, potrà essere investito del giudizio sulle controversie il Collegio Arbitrale.

Nel caso che una delle parti ritenesse improrogabile la risoluzione delle controversie di carattere tecnico, potrà richiedere la convocazione del Collegio Arbitrale in vista di particolari motivi attinenti alle riserve formulate, oppure nei casi previsti dalla legge.

## **TITOLO IX - SPECIFICHE MODALITÀ E TERMINI DI COLLAUDO**

### **Art. 49 - ULTIMAZIONE DEI LAVORI E CONSEGNA DELLE OPERE**

La data fissata per l'ultimazione dei lavori è stabilita in 365 (trecentosessantacinque) giorni, naturali e consecutivi, dalla data del verbale di consegna.

La durata delle eventuali sospensioni ordinate dalla Direzione dei Lavori, non è calcolata nel termine fissato per l'esecuzione dei lavori.

I lavori dovranno essere condotti in modo da rispettare le sequenze ed i tempi parziali previsti nel programma dei lavori concordato fra le parti e che è parte integrante del presente contratto.

Al termine dei lavori l'Appaltatore richiederà che venga redatto certificato di ultimazione dei lavori (di cui all'art. 172 del D.P.R. 554/99); entro 30 (trenta) giorni dalla richiesta il Direttore dei Lavori procederà alla verifica provvisoria delle opere compiute, verbalizzando, in contraddittorio con l'Appaltatore, gli eventuali difetti di costruzione riscontrati nella prima ricognizione e fissando un giusto termine perché l'Appaltatore possa eliminarli, e comunque entro e non oltre i 60 giorni dalla data della verifica. Il mancato rispetto di questo termine comporta l'inefficacia del certificato di ultimazione e la necessità di una nuova verifica con conseguente redazione di un nuovo certificato che attesti l'avvenuta esecuzione di quanto prescritto.

Dalla data del certificato di ultimazione dei lavori l'opera si intende consegnata, fermo restando l'obbligo dell'Appaltatore di procedere nel termine fissato all'eliminazione dei difetti.

Resta salvo il diritto del Committente alla risoluzione del Contratto, ai sensi dell'art. 1668 c.c., nel caso in cui tale verifica provvisoria evidenzia difetti dell'opera tali da renderla senz'altro inaccettabile.

### **Art. 50 - COLLAUDO DELLE OPERE**

Il Committente, entro 30 (trenta) giorni dalla data di ultimazione dei lavori (ovvero entro 30 giorni dalla data di consegna dei lavori per il collaudo in corso d'opera) nomina da uno a tre tecnici con competenze adeguate alla tipologia, categoria, complessità e importo degli interventi e qualifiche professionali di legge.

Il collaudo ha lo scopo di verificare e certificare che l'opera sia stata eseguita secondo i termini ed i documenti contrattuali, ed in particolare secondo le prescrizioni tecniche prestabilite ed in conformità ad eventuali varianti approvate ed a quant'altro definito in corso d'opera dal Direttore dei Lavori. Il collaudo ha inoltre lo scopo di verificare la corrispondenza di quanto realizzato ai dati risultanti dalla contabilità e dai documenti giustificativi.

Il collaudo comprende anche tutte le verifiche tecniche particolari previste dai documenti di contratto e dalla legislazione vigente oltre all'esame di eventuali riserve dell'Appaltatore, poste nei termini prescritti, sulle quali non sia già intervenuta una risoluzione definitiva.

Esaminati i documenti acquisiti, l'organo di collaudo fissa il giorno della visita di collaudo e ne informa il Committente che ne dà tempestivo avviso all'Appaltatore, al Direttore dei Lavori, al personale incaricato della sorveglianza e della contabilità dei lavori e, ove necessario, agli eventuali incaricati dell'assistenza giornaliera dei lavori, affinché intervengano alle visite di collaudo.

Se l'appaltatore non interviene alle visite di collaudo, queste vengono esperite alla presenza di due testimoni estranei alla stazione appaltante e la relativa spesa è posta a carico dell'Appaltatore.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di presenziare alle visite di collaudo.

Il Collaudatore, in corso di collaudo, può prescrivere accertamenti, saggi, riscontri ed in generale qualsiasi prova, comprese prove di carico, ritenga necessaria per la verifica della buona esecuzione del lavoro. Dette operazioni di riscontro, compreso quanto necessario per l'eventuale ripristino delle parti alterate dalle operazioni di verifica, sono a carico dell'Appaltatore; nel caso in cui l'appaltatore non ottemperi a tali obblighi, il Collaudatore dispone che sia provveduto d'ufficio, deducendo la spesa dal residuo credito dell'appaltatore.

Ferma restando la discrezionalità dell'organo di collaudo nell'approfondimento degli accertamenti, il collaudatore in corso d'opera deve fissare in ogni caso le visite di collaudo:

- durante la fase delle lavorazioni degli scavi, delle fondazioni ed in generale delle lavorazioni non ispezionabili in sede di collaudo finale o la cui verifica risulti complessa successivamente all'esecuzione;
- nei casi di interruzione o di anomalo andamento dei lavori rispetto al programma.

Della visita di collaudo è redatto processo verbale contenente, oltre ai dati principali dell'intervento, i rilievi fatti dal collaudatore, le singole operazioni di verifica eseguite con i relativi risultati, conformemente a quanto indicato all'art. 194 del D.P.R. 554/99.

Nel caso di collaudo in corso d'opera, le visite vengono eseguite con la cadenza che la Commissione ritiene adeguata per un accertamento progressivo della regolare esecuzione dei lavori. I relativi verbali, da trasmettere al Committente entro trenta giorni successivi alla data delle visite, riferiscono anche sull'andamento dei lavori e sul rispetto dei termini contrattuali e contengono le osservazioni ed i suggerimenti ritenuti necessari, senza che ciò comporti diminuzione delle responsabilità dell'Appaltatore e della Direzione Lavori, per le parti di rispettiva competenza.

Il processo verbale oltre che dal collaudatore e dall'Appaltatore, sono firmati dal Direttore dei Lavori, dal Committente e da quanti altri intervenuti.

Qualora dalle visite e dagli accertamenti effettuati in sede di collaudo definitivo emergessero difetti di esecuzione imputabili all'Appaltatore e tali da rendere necessari lavori di riparazione o completamento, l'Appaltatore stesso è tenuto ad eseguire entro giusto termine quanto prescritto dal Collaudatore.

Se i difetti e le mancanze sono di lieve entità e sono riparabili in breve tempo, il Collaudatore prescrive specificatamente le lavorazioni da eseguire, assegnando all'Appaltatore un termine; il certificato di collaudo non è rilasciato sino a che da apposita dichiarazione del Direttore dei Lavori risulti che l'Appaltatore abbia completamente e regolarmente eseguito le lavorazioni prescrittigli, ferma restando la facoltà del Collaudatore di procedere direttamente alla relativa verifica.

Trascorso il termine assegnato dal Collaudatore per l'esecuzione dei lavori senza che l'Appaltatore vi abbia provveduto, il Committente ha diritto di eseguirli direttamente, addebitandone l'onere all'Appaltatore, il quale tuttavia potrà deferire il giudizio in merito al Collegio Arbitrale.

Se i difetti e le mancanze non pregiudicano la stabilità dell'opera e la regolarità del servizio cui l'intervento è strumentale, il Collaudatore determina, nell'emissione del certificato, la somma che, in conseguenza dei riscontrati difetti, deve detrarsi dal credito dell'appaltatore.

In caso di discordanza fra la contabilità e lo stato di fatto, le verifiche vengono estese al fine di apportare le opportune rettifiche nel conto finale, fatta salva la facoltà del Collaudatore, in caso di gravi discordanze, di sospendere le operazioni di collaudo.

Dai dati di fatto risultanti dal processo verbale di collaudo e dai documenti contrattuali, anche successivi all'inizio dei lavori, il Collaudatore redige apposita relazione di verifica di conformità, formulando le proprie considerazioni in merito, esprimendosi in merito alla collaudabilità del lavoro ed alle eventuali condizioni, sulle eventuali domande dell'Appaltatore e sulle eventuali penali ed esprimendo un suo parere relativamente all'impresa, tenuto conto delle modalità di esecuzione dei

lavori e delle domande e riserve dell'impresa stessa (in riferimento a quanto prescritto dalla normativa vigente in materia di qualificazione delle imprese).

Qualora l'opera risulti collaudabile, il Collaudatore emette il Certificato di collaudo con le modalità ed i termini definiti dalla normativa di riferimento.

Il collaudo finale deve avere luogo non oltre sei mesi dall'ultimazione dei lavori, salvi i casi di particolare complessità dell'opera da collaudare, in cui il termine può essere elevato sino ad un anno.

Il certificato di collaudo viene trasmesso per la sua accettazione all'appaltatore, il quale deve firmarlo nel termine di venti giorni. All'atto della firma egli può aggiungere le domande che ritiene opportune, rispetto alle operazioni di collaudo.

Il certificato di collaudo ed assume carattere definitivo decorsi due anni dalla data della relativa emissione ovvero dal termine stabilito nel capitolato speciale per detta emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro due mesi dalla scadenza del medesimo termine.

Il Collaudo, anche se favorevole, non esonera l'Appaltatore dalle responsabilità di legge.

Competono all'Appaltatore gli oneri di gratuita manutenzione sino alla data del collaudo definitivo; i difetti che si rilevassero durante tale periodo e che fossero imputabili all'Appaltatore, dovranno essere prontamente eliminati a cura e spese dello stesso.

#### **Art. 51 - SVINCOLO DELLA CAUZIONE**

Alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione si procede, ai sensi della normativa vigente e sotto le riserve previste dall'articolo 1669 del codice civile, allo svincolo della cauzione prestata dall'appaltatore a garanzia del mancato o inesatto adempimento delle obbligazioni dedotte in contratto.

Il pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fideiussoria, deve essere effettuato non oltre il novantesimo giorno dall'emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione e non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, comma 2, del codice civile.

Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'Appaltatore risponde per la difformità e i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal soggetto appaltante prima che il certificato di collaudo assuma carattere definitivo.

#### **Art. 52 - COLLAUDO STATICO**

Secondo quanto disposto dalla vigente legislazione (capitolo 9 delle Norme Tecniche delle Costruzioni - D.M. 14/01/2008) tutte le opere con valenza statica sono soggette a collaudo statico, da eseguirsi al termine dei lavori di costruzione delle strutture oggetto della relativa denuncia agli uffici competenti.

A strutture ultimate, entro il termine di 60 (sessanta) giorni, il Direttore dei Lavori depositerà al competente ufficio la relazione a strutture ultimate e il Committente provvederà alla nomina del Collaudatore, qualora questi non sia già stato nominato in corso d'opera, il quale eseguirà le prove di collaudo ed emetterà il relativo certificato entro i termini previsti dalla vigente legislazione.

Nel corso dell'esecuzione delle opere l'Appaltatore è pertanto tenuto all'esecuzione dei prelievi di campioni necessari per eseguire le necessarie prove di laboratorio.

Il numero dei campioni da prelevare, le modalità di prelievo e di prova, la documentazione di certificazione, in particolare, (ma non solo) per quanto riguarda le opere statiche in calcestruzzo,

acciaio e legno dovrà essere congruente con quanto previsto dall'attuale legislazione ed in particolare con quanto indicato al capitolo 11 delle Norme Tecniche delle Costruzioni – D.M. 14/01/2008)

#### **Art. 53 - PROROGHE**

L'Appaltatore, qualora per cause ad esso non imputabili non sia in grado di ultimare i lavori nel termine fissato, potrà chiedere con domanda motivata, proroghe che se riconosciute giustificate saranno concesse dal Committente purché le domande pervengano, pena la decadenza, prima della data fissata per l'ultimazione dei lavori.

La concessione della proroga non pregiudica i diritti che possono competere all'Appaltatore qualora la maggior durata dei lavori sia imputabile al Committente.

#### **Art. 54 - ANTICIPATA CONSEGNA DELLE OPERE**

Avvenuta l'ultimazione dei lavori il Committente potrà prendere immediatamente in consegna le opere eseguite senza che ciò costituisca rinuncia al collaudo o accettazione delle opere stesse.

La presa in consegna anticipata delle opere è soggetta alle seguenti condizioni:

- a) sia stato eseguito con esito favorevole il collaudo statico;
- b) sia stato richiesto il certificato di agibilità;
- c) siano stati effettuati i necessari allacciamenti impiantistici;
- d) siano state effettuate le prove previste dal Capitolato speciale d'appalto;
- e) sia stato redatto apposito stato di consistenza dettagliato.

La verifica di quanto sopra è compito del Collaudatore che redige a tal fine opportuno verbale, sottoscritto dal Direttore dei Lavori e dal Committente stesso.

In caso di anticipata consegna delle opere il Committente si assume la responsabilità della custodia, della manutenzione e della conservazione delle opere stesse restando comunque a carico dell'Appaltatore gli interventi conseguenti a difetti di costruzione.

#### **Art. 55 - GARANZIE**

Salvo il disposto dell'art. 1669 del c.c. e le eventuali prescrizioni del presente capitolato per lavori particolari, l'Appaltatore si impegna a garantire l'Appaltante per la durata di 10 (dieci) anni dalla data del collaudo per i vizi e difetti, di qualsiasi grado e natura, che diminuiscono l'uso e l'efficienza dell'opera e che non si siano precedentemente manifestati.

Per lo stesso periodo l'Appaltatore si obbliga a riparare tempestivamente tutti i guasti e le imperfezioni che si manifestino negli impianti e nelle opere per difetto di materiali o per difetto di montaggio, restando a suo carico tutte le spese sostenute per le suddette riparazioni (fornitura dei materiali, installazioni, verifiche, mano d'opera, viaggi e trasferte del personale).

Per tutti i materiali e le apparecchiature alle quali le case produttrici forniranno garanzie superiori agli anni sopra indicati, queste verranno trasferite al Committente.

## **TITOLO X - DISCIPLINA DEL CONTRATTO E MODALITÀ DI SOLUZIONE DELLE CONTROVERSIE**

### **Art. 56 - DANNI ALLE OPERE**

In caso di danni alle opere eseguite, dovuti a qualsiasi motivo, con la sola esclusione delle cause di forza maggiore, l'Appaltatore deve provvedere, a propria cura e spese, senza sospendere o rallentare l'esecuzione dei lavori, al ripristino di tutto quanto danneggiato.

Quando invece i danni dipendono da cause di forza maggiore, l'Appaltatore è tenuto a farne denuncia al Direttore dei Lavori entro 3 giorni dal verificarsi dell'evento, pena la decadenza dal diritto al risarcimento. Ricevuta la denuncia il Direttore dei Lavori procede alla redazione di un processo verbale di accertamento, indicando eventuali prescrizioni ed osservazioni.

Il compenso che il Committente riconosce all'Appaltatore è limitato esclusivamente all'importo dei lavori necessari per la riparazione o il ripristino del danno.

### **Art. 57 - CAUSE DI FORZA MAGGIORE**

Costituiscono cause di forza maggiore tutti gli eventi eccezionali che non siano imputabili all'Appaltatore e che gli arrechino grave pregiudizio senza che egli abbia potuto intervenire o prevenire mediante l'adozione di tutti i provvedimenti e gli accorgimenti imposti dalla massima diligenza tecnica ed organizzativa.

I ritardi di consegna di materiali da parte di terzi verranno considerati utili ai fini delle relative proroghe solo se derivanti da cause di forza maggiore. Analogamente si procederà nel caso di subappalti autorizzati.

L'insorgere e il cessare degli eventi che hanno costituito la causa di forza maggiore devono essere tempestivamente comunicati per iscritto dall'Appaltatore.

### **Art. 58 - VICENDE SOGGETTIVE DELL'ESECUTORE DEL CONTRATTO**

Le cessioni di azienda e gli atti di trasformazione, fusione e scissione, i trasferimenti e gli affitti di azienda relativi all'Appaltatore non hanno singolarmente effetto fino a che il cessionario, ovvero il soggetto risultante dall'avvenuta trasformazione, fusione o scissione, non abbia proceduto nei confronti di essa alle comunicazioni D.P.C.M. 187/91, e non abbia documentato il possesso dei requisiti di qualificazione previsti dal contratto, in assenza dei quali, entro 60 giorni dall'avvenuta comunicazione, il Committente può opporsi al subentro del nuovo soggetto nella titolarità del contratto, con effetti risolutivi sulla situazione in essere.

### **Art. 59 – CESSIONE DEI CREDITI DERIVANTI DAL CONTRATTO**

Le cessioni di crediti possono essere effettuate a banche o intermediari finanziari disciplinati dalle leggi in materia bancaria e creditizia, il cui oggetto sociale preveda l'esercizio dell'attività di acquisto di crediti di impresa. Le cessioni di crediti devono essere stipulate mediante atto pubblico o scrittura privata autenticata e devono essere notificate alle amministrazioni debtrici e sono efficaci e opponibili qualora queste non le rifiutino con comunicazione da notificarsi al cedente e al cessionario entro quindici giorni dalla notifica della cessione. Il Committente, nel contratto stipulato o in atto separato contestuale, può preventivamente accettare la cessione da parte dell'esecutore di tutti o di parte dei crediti che devono venire a maturazione, fatta salva la propria facoltà di opporre al cessionario tutte le eccezioni opponibili al cedente in base al contratto con questo stipulato.

## **Art. 60 - RISOLUZIONE DEL CONTRATTO**

Il Committente ha il diritto di recedere in qualunque tempo dal contratto previo il pagamento dei lavori eseguiti e del valore dei materiali utili esistenti in cantiere purché già accettati dal Direttore dei Lavori prima della comunicazione del preavviso, oltre al decimo dell'importo delle opere non eseguite.

L'esercizio del diritto di recesso è preceduto da formale comunicazione all'Appaltatore da darsi con un preavviso non inferiore a 20 giorni, decorsi i quali il Committente prende in consegna i lavori ed effettua il collaudo definitivo.

Il Committente può trattenere le opere provvisorie e gli impianti che non siano in tutto o in parte asportabili ove li ritenga ancora utilizzabili. In tal caso essa corrisponde all'Appaltatore, per il valore delle opere e degli impianti non ammortizzato nel corso dei lavori eseguiti, un compenso da determinare nella minor somma fra il costo di costruzione e il valore delle opere e degli impianti al momento dello scioglimento del contratto.

L'Appaltatore ha l'obbligo di rimuovere dai magazzini e dai cantieri i materiali non accettati dal Direttore dei Lavori e di mettere i predetti magazzini e cantieri a disposizione del Committente nel termine stabilito; in caso contrario lo sgombero è effettuato d'ufficio e a sue spese.

Qualora nei confronti dell'appaltatore sia intervenuta l'emanazione di un provvedimento definitivo che dispone l'applicazione di una o più misure di prevenzione o sia intervenuta sentenza di condanna passata in giudicato per frodi nei riguardi del Committente, di subappaltatori, di fornitori, di lavoratori o di altri soggetti comunque interessati ai lavori, nonché per violazione degli obblighi attinenti alla sicurezza sul lavoro, il Committente valuta, in relazione allo stato dei lavori e alle eventuali conseguenze nei riguardi delle finalità dell'intervento, l'opportunità di procedere alla risoluzione del contratto. Nel caso di risoluzione, l'Appaltatore ha diritto soltanto al pagamento dei lavori regolarmente eseguiti, decurtato degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto.

Quando il Direttore dei Lavori accerta che comportamenti dell'Appaltatore costituiscono grave inadempimento alle obbligazioni di contratto tale da compromettere la buona riuscita dei lavori, invia al Committente o Responsabile dei Lavori una relazione particolareggiata, corredata dei documenti necessari, indicando la stima dei lavori eseguiti regolarmente e che devono essere accreditati all'Appaltatore.

Su indicazione del Responsabile dei Lavori il Direttore dei Lavori formula la contestazione degli addebiti all'Appaltatore, assegnando un termine non inferiore a 15 giorni per la presentazione delle proprie controdeduzioni al Responsabile dei Lavori. Acquisite e valutate negativamente tali controdeduzioni, oppure scaduto il termine senza che l'Appaltatore abbia risposto, il Committente su proposta del Responsabile dei Lavori, dispone la risoluzione del contratto.

Qualora l'esecuzione dei lavori ritardi per negligenza dell'Appaltatore rispetto alle previsioni del programma, il Direttore dei Lavori gli assegna un termine, che, salvo i casi d'urgenza, non può essere inferiore a 10 giorni, per compiere i lavori in ritardo, e dà inoltre le prescrizioni ritenute necessarie. Il termine decorre dal giorno di ricevimento della comunicazione.

Scaduto il termine assegnato, il Direttore dei Lavori verifica, in contraddittorio con l'Appaltatore gli effetti dell'intimazione impartita, e ne compila processo verbale da trasmettere al Responsabile dei Lavori. Sulla base del processo verbale, qualora l'inadempimento permanga, il Committente delibera la risoluzione del contratto.

Il Committente, nel comunicare all'Appaltatore la determinazione di risoluzione del contratto, dispone, con preavviso di 20 giorni, che il Direttore dei Lavori curi la redazione dello stato di consistenza dei lavori già eseguiti, l'inventario di materiali, macchine e mezzi d'opera e la relativa presa in consegna.

Qualora sia stato nominato il Collaudatore o l'organo di collaudo, lo stesso procede a redigere, acquisito lo stato di consistenza, un verbale di accertamento tecnico e contabile con le modalità indicate dal presente capitolato e dalla normativa vigente, con il quale venga accertata la corrispondenza tra quanto eseguito fino alla risoluzione del contratto e ammesso in contabilità quanto previsto nel progetto approvato, nonché nelle eventuali perizie di variante.

In sede di liquidazione finale dei lavori dell'appalto risolto, è determinato l'onere da porre a carico dell'Appaltatore inadempiente in relazione alla eventuale maggiore spesa sostenuta per affidare ad altra impresa i lavori. Nei casi di risoluzione del contratto di appalto, l'Appaltatore deve provvedere al ripiegamento dei cantieri già allestiti e allo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze nel termine a tale fine assegnatogli; in caso di mancato rispetto del termine assegnato, il Committente provvede d'ufficio addebitando all'appaltatore i relativi oneri e spese. In alternativa il Committente può depositare cauzione in conto vincolato a favore dell'Appaltatore o prestare fidejussione bancaria o polizza assicurativa con le modalità previste dal presente capitolato e dalle normative vigenti, pari all'uno per cento del valore del contratto. Resta fermo il diritto dell'Appaltatore di agire per il risarcimento dei danni.

#### **Art. 61 - TRANSAZIONE**

Anche al di fuori dei casi in cui è previsto il procedimento di accordo bonario ai sensi del successivo articolo, le controversie relative a diritti soggettivi derivanti dall'esecuzione del contratto possono essere risolte mediante transazione nel rispetto del codice civile. La transazione ha forma scritta a pena di nullità.

#### **Art. 62 - ACCORDO BONARIO**

Qualora, a seguito dell'iscrizione di riserve, l'importo economico dell'opera dovesse subire variazioni in modo sostanziale ed, in ogni caso, non inferiore al 10,00% (dieci//00 per cento) dell'importo contrattuale, il Committente promuove la costituzione di un'apposita commissione perché formuli, acquisita la relazione del Direttore dei lavori e, se costituito, dell'organo di collaudo, entro 90 (novanta) giorni una proposta motivata di accordo bonario sulla quale l'Appaltatore dovrà pronunciarsi entro 30 (trenta) giorni.

Tale procedimento riguarda tutte le riserve iscritte fino al momento del loro avvio, e può essere reiterato per una sola volta quando le riserve iscritte, ulteriori e diverse rispetto a quelle già esaminate, raggiungano nuovamente l'importo sopra citato. La promozione della costituzione della commissione ha luogo mediante invito, entro 10 giorni dalla comunicazione del Direttore dei Lavori, da parte del Committente al soggetto che ha formulato le riserve, a nominare il proprio componente della commissione, con contestuale indicazione del componente di propria competenza.

La commissione è formata da tre componenti in possesso di specifica idoneità in relazione all'oggetto del contratto, designati rispettivamente, il primo dal Committente, il secondo dall'Appaltatore ed il terzo di comune accordo dal Committente e dall'Appaltatore. In caso di mancato accordo entro il termine di 10 giorni alla nomina del terzo componente provvede, su istanza del Committente, il presidente del tribunale del luogo dove è stato stipulato il contratto. Qualora l'Appaltatore non provveda alla designazione del componente di sua elezione nel termine dei 20 giorni dalla richiesta del Committente, questi provvede a formulare direttamente la proposta motivata di accordo bonario, acquisita la relazione del Direttore dei Lavori e, ove costituito, dell'organo di collaudo, entro 60 giorni dalla scadenza del termine assegnato all'altra parte per la nomina del componente della commissione.

Le parti hanno facoltà di conferire alla commissione il potere di assumere decisioni vincolanti, perfezionando, per conto delle stesse, l'accordo bonario risolutivo delle riserve. Le parti nell'atto di



conferimento possono riservarsi, prima del perfezionamento delle decisioni, la facoltà di acquisire eventuali pareri necessari o opportuni.

L'accordo bonario definito con le modalità di cui sopra ed accettato dall'Appaltatore, ha natura transattiva. Dell'accordo bonario accettato, viene redatto verbale a cura del Committente e sottoscritto dalle parti. Le dichiarazioni e gli atti del procedimento non sono vincolanti per le parti in caso di mancata sottoscrizione dell'accordo bonario.

Gli oneri connessi ai compensi da riconoscere ai commissari sono posti a carico dei fondi stanziati per i singoli interventi. Sulla somma riconosciuta in sede di accordo bonario sono dovuti gli interessi al tasso legale a decorrere dal sessantesimo giorno successivo alla sottoscrizione dell'accordo. Decorsi i termini per la pronuncia sulla proposta di accordo bonario, tutte le controversie di natura tecnica, amministrativa e giuridica sorte sia durante l'esecuzione che al termine del contratto, saranno risolte ricorrendo ad un arbitrato ai sensi delle norme del titolo VIII del libro quarto del codice di procedura civile e dell'art. 241 del d.lgs. 163/06.

### **Art. 63 - GIURISDIZIONE**

Sono devolute alla giurisdizione esclusiva del giudice amministrativo tutte le controversie, ivi incluse quelle risarcitorie, relative a procedure di affidamento di lavori svolte da soggetti comunque tenuti, nella scelta del contraente o del socio, all'applicazione della normativa comunitaria ovvero al rispetto dei procedimenti di evidenza pubblica previsti dalla normativa statale o regionale. Sono inoltre devolute alla giurisdizione esclusiva del giudice amministrativo le controversie relative ai provvedimenti sanzionatori emessi dall'Autorità. Sono infine devolute alla giurisdizione esclusiva del giudice amministrativo le controversie relative al divieto di rinnovo tacito dei contratti, quelle relative alla clausola di revisione del prezzo e al relativo provvedimento applicativo nei contratti ad esecuzione continuata o periodica, nell'ipotesi di cui all'art. 115 del d.lgs. 163/06, nonché quelle relative ai provvedimenti applicativi dell'adeguamento dei prezzi ai sensi dell'art. 133 commi 3 e 4 del d.lgs. 163/06.

## CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

### PARTE PRIMA - DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI

L'oggetto dell'appalto, di cui al presente capitolato speciale, consiste nella realizzazione di un edificio adibito a centro cottura con annessa mensa scolastica.

L'edificio è stato pensato come una composizione di volumi coincidenti con le distinte funzioni e caratterizzati sia formalmente sia costruttivamente; infatti il fabbricato, che ha una superficie in pianta di circa 510 mq, è articolato in più volumi con altezze e tipologie architettoniche differenti che rendono percepibile anche dall'esterno le destinazioni d'uso interne.

L'edificio è costituito da un quadrato, che contiene i locali della cucina, e un rettangolo (con un'inclinazione differente rispetto al quadrato della cucina) per i locali della mensa, l'atrio ha invece una forma più irregolare per integrarsi al meglio con gli altri due ambienti in quanto locale di aggregazione ed accoglienza. In posizione baricentrica rispetto all'intero edificio è stato localizzato il blocco dei servizi: una parte ad esclusivo utilizzo degli addetti alla cucina ed una parte per gli utenti della mensa in cui trovano spazio servizi maschili e femminili.

Le opere prevedono inoltre la realizzazione di un corpo accessorio i cui locali saranno adibiti a centrale termica e locali deposito e raccolta rifiuti.

Le opere prevedono la:

Nello specifico le lavorazioni previste sono:

- Taglio vegetazione;
- Demolizione edifici e manufatti esistenti;
- Sbancamento del terreno soffice di coltivo;
- Scavo di fondazione a sezione obbligata;
- Realizzazione delle opere di fondazione;
- Realizzazione del vespaio aerato;
- Realizzazione strutture in C.A. in opera;
- Realizzazione di solaio in lastre prefabbricate ed in latero-cemento;
- Realizzazione di copertura lignea;
- Realizzazione delle opere di impermeabilizzazione;
- Realizzazione delle coperture;
- Realizzazione dei tamponamenti esterni e delle partizioni interne;
- Realizzazione delle opere di lattoneria;
- Realizzazione degli impianti tecnologici e delle relative opere accessorie;
- Realizzazione delle opere di finitura interne ed esterne;
- Opere di sistemazione delle aree esterne mediante realizzazione di pavimentazioni in masselli prefabbricati in calcestruzzo vibro-compresso e la realizzazione di aree a verde.

## **PARTE SECONDA - PRESCRIZIONI TECNICHE**

## **TITOLO I - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE, IL CONSOLIDAMENTO ED IL COLLAUDO DEGLI EDIFICI**

### **Art. I - Edifici in tutto o in parte a muratura portante**

Per l'esecuzione, il consolidamento e il collaudo degli edifici di uno o più piani, in tutto o in parte a muratura portante, costituiti da un insieme di sistemi resistenti collegati tra di loro e le fondazioni, disposti in modo da resistere ad azioni verticali ed orizzontali, si osserveranno le prescrizioni del D.M. 20 novembre 1987 - Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.

Per altre tipologie edilizie, le norme di cui sopra potranno assumersi quale utile riferimento metodologico.

### **Art. II - Edifici in conglomerato cementizio semplice o armato o precompresso**

Per le prescrizioni generali, l'esecuzione ed il consolidamento di edifici in conglomerato cementizio semplice o armato, si seguiranno le norme del D.P.R. n. 380/01 e successive modifiche ed integrazioni.

Per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui alla legge 5 novembre 1971 n. 1086 si applicano le norme tecniche predisposte dal Servizio tecnico centrale ed allegate al D.M. 14 febbraio 1992 ed al D.M. 9 gennaio 2006. Le "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche" sono contenute nella circolare del 15 ottobre 1996 n. 252 AA.GG./S.T.C. di cui al D.M. 9 gennaio 1996, parte I.

Tutte le opere in cemento armato facenti parte dell'opera appaltata saranno eseguite in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo professionale, e che l'impresa dovrà presentare presso gli uffici competenti (denuncia delle opere ex lege 1086/71 recepita dal D.P.R. n° 380 del 6 giugno 2001) e consegnare alla Direzione dei Lavori entro il termine che le verrà prescritto.

L'impresa dovrà, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che le verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori. L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione dei Lavori nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione, l'Impresa stessa rimane unica e completa responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza essa dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenze essi potessero risultare.

### **Art. III - Edifici realizzati in acciaio**

Le norme riguardanti le costruzioni di acciaio relative ad opere di ingegneria civile, eccettuate quelle per le quali vige una regolamentazione apposita a carattere particolare, sono contenute nel D.M. 9 gennaio 1996 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

### **Art. IV - Edifici prefabbricati**

Conformemente a quanto indicato nel D.M. 3 dicembre 1987 - Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate, ogni fornitura deve essere corredata, oltre che dai disegni del manufatto e dall'indicazione delle sue caratteristiche d'impiego, anche da apposito certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico

responsabile della produzione. In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti potranno essere accettati senza ulteriori esami e controlli.

Ove trattasi di manufatti prodotti in serie controllata, il certificato di origine di cui sopra deve altresì attestare che gli elementi strutturali sono stati prodotti in serie controllata riportando gli estremi dell'autorizzazione del Servizio tecnico centrale, e recare, in allegato, copia del relativo estratto del registro di produzione e gli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale.

In tal caso, sempre in base alla sopra citata disposizione, le forniture possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali né prove di carico dei componenti isolati.

Per i manufatti di produzione occasionale, o comunque, non assoggettati a deposito presso il Servizio tecnico centrale, si applicano le ordinarie disposizioni normative. Inoltre il Direttore dei Lavori deve opportunamente provvedere agli accertamenti da eseguirsi durante la fase esecutiva presso il cantiere di prefabbricazione.

In proposito, si segnala la necessità che sui certificati di prova dei materiali sia indicato chiaramente il prodotto (tipo e destinazione) cui si riferisce il prelievo.

#### **Art. V - Edifici realizzati in zona sismica**

Per gli edifici realizzati in zona sismica si applicheranno le prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni.

#### **Art. VI - Collaudo degli edifici**

In riferimento al D.P.R. n. 380 del 6 giugno 2001 e alla legge 5 novembre 1971, n. 1086 le operazioni di collaudo consistono nel controllare la perfetta esecuzione del lavoro e la sua corrispondenza con i dati del progetto, nell'eseguire prove di carico e nel compiere ogni altra indagine che il Collaudatore ritenga necessaria.

Le prove di carico hanno luogo di regola non prima di 50 giorni dall'ultimazione del getto per i conglomerati di cemento idraulico normale (Portland), d'alto forno e pozzolanico, non prima di 30 giorni per i conglomerati di cemento alluminoso, e si effettuano a stagionatura più o meno avanzata secondo la portata delle diverse parti e la importanza dei carichi.

Nelle prove la costruzione deve essere possibilmente caricata nei modi previsti nella progettazione ed in generale in modo tale da determinare le massime tensioni o le massime deformazioni.

La lettura degli apparecchi di misura (flessimetri od estensimetri) sotto carico deve essere ripetuta fino a che non si verifichino ulteriori aumenti nelle indicazioni.

La lettura delle deformazioni permanenti, dopo la rimozione del carico deve essere ugualmente ripetuta fino a che non si verifichino ulteriori ritorni.

Qualora si riscontrino deformazioni permanenti notevoli, la prova di carico deve essere ripetuta per constatare il comportamento elastico della struttura.

Il confronto tra le deformazioni elastiche (consistenti nelle differenze tra le deformazioni massime e le permanenti) e le corrispondenti deformazioni calcolate, fornisce al Collaudatore un criterio di giudizio sulla stabilità dell'opera.

## **TITOLO II - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI INDAGINI, SCAVI E DEMOLIZIONI**

### **Art. VII Indagini preliminari**

Le indagini preliminari che potranno essere utilizzate sono di due tipi:

- a) indagini non distruttive (termografia, indagini soniche, georadar, tomografia sonica e radar);
- b) indagini minimamente distruttive (martinetti piatti, sclerometro, prove di penetrazione, pull test).

Nel primo caso si utilizzeranno tecnologie di analisi dei materiali o degli elementi da sottoporre ad opere di demolizione che escludano interventi artificiali o a carattere invasivo tali da alterare in qualsiasi modo le caratteristiche fisico-chimiche delle parti oggetto di indagine.

A questa prima categoria appartengono le seguenti tecnologie:

- fotogrammetria per la ripresa e restituzione di immagini fotografiche completamente prive di distorsioni provocate dall'impiego delle ottiche normalmente utilizzate;
- termografia per il rilevamento delle radiazioni elettromagnetiche (comprese tra 0,4 e 0,75 micron) e di immagini non comprese nella banda del visibile ma estese nel campo dell'infrarosso e più precisamente nella regione spettrale compresa tra 2 e 5,6 micron visualizzando su un monitor la mappa termica o termogramma della distribuzione della temperatura superficiale dei vari materiali, visualizzabile attraverso scale di colori o toni di grigio. Ad ogni colore o tono della scala di grigi, corrisponde un intervallo di temperature. Le apparecchiature all'infrarosso misurano il flusso di energia a distanza senza alcun contatto fisico con la superficie esaminata. Lo schema di funzionamento si basa su una videocamera ad infrarossi che trasforma le radiazioni termiche in segnali elettrici, successivamente convertiti in immagini, a loro volta visualizzate su un monitor e registrate. In particolare nella videocamera, la radiazione infrarossa che raggiunge l'obiettivo, viene trasmessa dal sistema ottico ad un elemento semiconduttore, il quale converte le radiazioni infrarosse in un segnale video, mentre l'unità di rilevazione elabora il segnale proveniente dalla telecamera e fornisce l'immagine termografica. L'apparecchiatura termovisiva deve comprendere una telecamera, capace di effettuare riprese secondo angoli da + 0° a - 90° su uno stesso piano e dotata di obiettivi intercambiabili con lenti al germanio o al silicio ed una centralina di condizionamento del segnale con monitor. Il campo di misura dell'apparecchiatura deve essere compreso tra - 20° C e + 900° C con una sensibilità migliore di 0,5° C. La banda di radiazione dell'apparecchiatura dovrà essere compresa tra 2 e 5,6 mm. L'apparecchiatura dovrà rendere possibile la registrazione delle immagini, su pellicola fotografica in bianco e nero e/o colori, su nastro magnetico. Deve inoltre essere prevista la possibilità di montare l'apparecchiatura su carrello semovente autoportante per poter costituire unità autonoma. Queste apparecchiature sono comunemente portatili e autoalimentate;
- misurazione della temperatura e dell'umidità effettuata con termometri ed igrometri in grado di fornire i valori relativi alle superfici prese in esame; tali misurazioni possono essere eseguite anche con strumentazioni elettroniche di precisione e con l'umidometro a carburo di calcio;
- misurazione dei valori di inquinamento atmosferico attraverso la rilevazione dei dati sulle radiazioni solari, direzione del vento, le precipitazioni e la pressione esterna;
- la rilevazione fotografica con pellicole normali o all'infrarosso per un'analisi più approfondita delle caratteristiche dei materiali e delle loro specificità fisico-chimiche;
- endoscopia necessaria per l'esame ottico di condotti o cavità di piccole dimensioni per mezzo di piccole telecamere o strumenti fotografici integrati con apparecchi illuminanti e, a volte, con l'impiego di fibre ottiche. Per questa indagine si devono prediligere cavità già

esistenti onde evitare la manomissione del materiale che ne deriverebbe da un foro appositamente praticato per svolgere l'indagine. Tale indagine è effettuata per mezzo dell'endoscopio che può essere di tipo rigido o di tipo flessibile. L'endoscopio rigido è un sistema ottico a lenti contenuto in un rivestimento rigido. Deve essere prolungabile fino a 2 metri mediante aggiunta di ulteriori elementi ottici e deve essere dotato di sistema di illuminazione per agevolare l'osservazione. Dovrà essere consentita la visione diretta a 45° e 90°. Lo strumento deve essere accoppiabile ad apparecchiature fotografiche e/o televisive. L'endoscopio flessibile permette la trasmissione dell'immagine e della luce tramite fibre ottiche. È comunemente dotato di testa mobile e prisma di conversione a 90°. Lo strumento deve essere accoppiabile ad apparecchiature fotografiche e/o televisive;

- misurazione degli inquinanti atmosferici effettuata con strumenti specifici per la rilevazione dei parametri di anidride carbonica, anidride solforosa, anidride solforica, ossidi di azoto, acido cloridrico, polveri totali, solfati, cloruri, nitrati ed altre sostanze presenti in sospensione nell'aria o depositate sul terreno;
- magnetometria impiegata per la rilevazione dei materiali ferrosi anche inglobati in altre sostanze. Dopo la lavorazione gli orientamenti dei magnetini contenuti nei manufatti rimangono inalterati, costituendo un campo magnetico facilmente rilevabile da apparecchiature magnetometriche; la ricerca è basata sul principio dell'induzione elettromagnetica e lo strumento utilizzato è il metal-detector che localizza la presenza di metalli con emissioni magnetiche effettuate da bobine o altri generatori di campi. Gli elementi che costituiscono questa apparecchiatura sono più sonde rilevatrici, con diversa precisione di rilevamento e con uscite per registratore, e una centralina analogica a due o più scale per la lettura della misura a seconda della differente sensibilità della sonda utilizzata. Queste apparecchiature sono comunemente portatili ed autoalimentate;
- colorimetria che analizza il manufatto sulla base dell'indagine fotografica effettuata con una serie di colorimetri standardizzati secondo la scala Munse che consentono l'individuazione delle varie sostanze presenti nelle parti analizzate.

Esistono, inoltre, degli altri tipi di indagine che rientrano sempre tra quelli classificati non distruttivi ma che hanno un piccolo grado di invasività quali:

- indagini soniche effettuate con fonometri in grado di emettere impulsi sonici e captare delle onde sonore, attraverso la percussione con appositi strumenti o con trasduttori elettrodinamici, registrando la deformazione delle onde elastiche che forniscono elementi per la valutazione del degrado delle murature o eventuale presenza di lesioni. L'elaborazione dei dati, invece, consiste nel calcolo del tempo e della velocità di attraversamento dell'impulso dato dalla muratura.  
Il principio generale dell'indagineonica si basa su alcune relazioni che legano la velocità di propagazione delle onde elastiche, attraverso un mezzo materiale, alle proprietà elastiche del mezzo stesso.  
L'apparecchiatura dovrà essere predisposta per l'uso di una vasta banda di frequenza compresa tra 100 e 1000 Hz e consentire l'utilizzo di uscita su monitor oscilloscopico che permette l'analisi delle frequenze indagate. Gli eventi sonici studiati dovranno poter essere registrati in continuo;
- indagini con ultrasuoni eseguite per mezzo di fonometri particolari in grado di emettere dei segnali che vengono registrati da un captatore (interno all'apparecchio stesso) che misura:
  - la velocità del suono in superficie per individuare le alterazioni superficiali dei materiali,
  - le misure radiate, non sempre possibili (in quanto registrate sulla superficie esterna e su quella interna), per verificare l'omogeneità dei materiali.

Gli elementi che compongono questa apparecchiatura sono una centralina di condizionamento del segnale munita di oscilloscopio e sonde piezoelettriche riceventi, trasmettenti e ricetrasmittenti.

L'apparecchiatura avrà diverse caratteristiche a seconda del materiale da indagare (calcestruzzo, mattoni, elementi lapidei, metalli). Le frequenze di indagine comprese tra i 40 e i 200 Khz dovranno essere utilizzate per prove su materiali non metallici, mentre per i materiali metallici il range adottabile è compreso tra i 500 ed i 5000 Khz. L'apparecchiatura è comunemente autoalimentata e portatile;

- il rilievo della luminosità che viene misurato con un luxmetro che verifica l'illuminazione dei vari oggetti, con un ultraviometro che misura la radiazione ultravioletta, con termometri e termografi per la misurazione della temperatura di colore - i dati rilevati vanno comparati a parametri standard che prevedono un'illuminazione max di 250-300 lux per pietre e metalli, 180 lux per legno e dipinti (il lux equivale all'illuminazione prodotta da una sorgente di 1 candela su una superficie ortogonale ai raggi ad una distanza di 1 metro), temperatura di colore 4.000 K, umidità relativa 55-60%.

Oltre a quelle già descritte esistono delle tecniche di analisi che hanno caratteristiche distruttive di lieve entità e che si rendono necessarie per la valutazione di alcuni parametri:

- analisi con i raggi X per l'identificazione della struttura di una sostanza cristallina individuandone i vari componenti. Il materiale viene irradiato con un isotopo radioattivo e l'energia assorbita viene rimessa sotto forma di raggi X caratteristici degli elementi chimici presenti nel materiale;
- prove chimiche necessarie per stabilire la composizione della malta che viene analizzata con:
  - dissoluzione del campione in acido cloridrico con concentrazioni e temperature variabili;
  - quantità di gas carbonico nei componenti carbonati;
  - dosaggio per perdita al fuoco dell'acqua di assorbimento;
  - dosaggio sostanze organiche;
- analisi spettrofotometriche per l'identificazione ed il dosaggio degli ioni presenti in una soluzione acquosa - campo del visibile (0,4-0,8 micron), ultravioletto (0,000136-0,4 micron) e infrarosso (0,8-400 nm);
- microscopia ottica per l'analisi del colore, dei caratteri morfologici e delle caratteristiche specifiche di ciascuna sostanza;
- microscopia elettronica per lo studio della distribuzione delle singole parti e dei prodotti di alterazione;
- studio petrografico in sezione sottile per analizzare sezioni di materiale di spessore molto ridotto ed osservate al microscopio elettronico a scansione;
- analisi conduttometriche per la valutazione della presenza di sali solubili in acqua nel campione esaminato senza stabilire il tipo di sale eventualmente presente.

Nei processi di analisi dei campioni sono richieste anche le seguenti prove fisiche e meccaniche:

- valutazione della porosità con porosimetri a mercurio e picnometri Beckman in grado di definire, conseguentemente, il livello di permeabilità all'acqua e quindi lo stato di degrado di un materiale;
- analisi granulometrica con setacci a maglie da 60 a 400 micrometri per la definizione della distribuzione del materiale e lo studio dei parametri conseguenti;



- capacità di imbibizione definita con il controllo del peso prima e dopo l'immersione dei vari campioni di materiali. La superficie viene cosparsa con tintura liquida che viene condotta verso le
- fessurazioni e verso le porosità superficiali. Viene applicato un rilevatore per individuare la presenza e l'ubicazione dei difetti;
- assorbimento per capillarità misurata su campioni posti a contatto con una superficie liquida;
- prove di compressione, taglio e trazione eseguite sui campioni di vari materiali per la definizione delle caratteristiche di ciascun elemento.

Nel secondo caso si utilizzeranno tecnologie di analisi dei materiali o degli elementi da sottoporre ad opere di demolizione ispezionando direttamente la morfologia muraria, servendosi di prove leggermente distruttive.

A questa seconda categoria appartengono le seguenti tecnologie:

- martinetti piatti che misura lo stato di sollecitazione basandosi sullo stato tensionale in un punto della struttura. Tale misura si ottiene introducendo un martinetto piatto in un taglio effettuato lungo un giunto di malta. A fine prova lo strumento può essere facilmente rimosso e il giunto eventualmente risarcito. Lo stato di sforzo può essere determinato grazie al rilassamento causato dal taglio perpendicolare alla superficie muraria; il rilascio, infatti, determina una parziale chiusura del taglio. La prova prosegue ponendo il martinetto piatto nell'apertura e aumentando la pressione in modo da riportare i lembi della fessura alla distanza originaria, misurata prima del taglio. La parte interessata dall'operazione può essere strumentata con estensimetri rimovibili. In tal modo è possibile misurare con precisione gli spostamenti prodotti dal taglio e dal martinetto durante la prova;
- sclerometro a pendolo consiste nel colpire la superficie del calcestruzzo con una massa guidata da una molla e la distanza di fine corsa viene espressa in valori di resistenza. In questo modo viene misurata la durezza superficiale;
- pull-off test consiste nell'applicare una sonda circolare d'acciaio alla superficie del calcestruzzo con della resina epossidica. Si applica poi una forza di trazione alla sonda aderente, fino alla rottura del calcestruzzo per trazione. La resistenza alla compressione può essere misurata tramite i grafici della calibratura;
- prove penetrometriche statiche si basano sulla misura dello sforzo necessario per far penetrare, a velocità uniforme, nel terreno, un'asta con cono terminale di area superficiale di 10 cm<sup>2</sup> e una conicità di 60°;
- prove penetrometriche dinamiche si basano sulla misura dei colpi necessari per infliggere per 10 cm nel terreno una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste. Le misure devono essere eseguite senza soluzione di continuità a partire dal piano di campagna; ogni 10 cm di profondità si rileva il valore del numero di colpi necessari all'infissione. Norme standard europee definiscono le caratteristiche geometriche della punta, il peso e la corsa della massa battente: punta conica da 10 cm<sup>2</sup>, maglio (peso della massa battente) da 30 kg e altezza di caduta (corsa) di cm 20;
- vane test utilizzabile per la determinazione in sito della resistenza a taglio di terreni coerenti. La prova consiste nel misurare la coppia di torsione che si ottiene infiggendo ad una data profondità del terreno un'asta terminante con aletta e facendola ruotare; sulla superficie di rotazione si sviluppa una reazione che consente la determinazione della resistenza al taglio;
- incisione statica si serve di una sonda di penetrazione (a punta piccola) che viene spinta meccanicamente attraverso la superficie di un materiale, solitamente metallo, sotto un

carico specifico. Si misura la profondità dell'incisione e si può valutare la resistenza del materiale.

### **Art. VIII Scavi e rinterri**

Per tutte le opere dell'appalto le varie quantità di lavoro saranno determinate con misure geometriche, escluso ogni altro metodo.

In materia si veda il d.lgs. 81/08.

#### *Scavi in genere*

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro a mano o con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando essa, oltreché, totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligata a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Impresa dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese.

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per tombamenti o rinterri esse dovranno essere depositate in luogo adatto accettato dalla Direzione dei Lavori e provviste delle necessarie puntellature, per essere poi riprese a tempo opportuno.

In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Impresa, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

L'appaltatore deve ritenersi compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare per:

- il taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle macerie sia asciutte, che bagnate, in presenza d'acqua e di qualsiasi consistenza;
- paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico in rilevato o rinterro od a rifiuto a qualsiasi distanza, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa, per ogni indennità di deposito temporaneo o definitivo;
- la regolarizzazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, per il successivo rinterro attorno alle murature, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere, secondo tutte le prescrizioni contenute nelle presenti condizioni tecniche esecutive;
- per ogni altra spesa infine necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

### *Scavi di sbancamento*

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani d'appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali ecc., e in genere tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superiore ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna o del piano stradale (se inferiore al primo), quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

Secondo quanto prescritto dall'art. 118 del d.lgs. 81/08, nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m. 1,50, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.

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

Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo.

Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

Il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate che verranno rilevate in contraddittorio dell'appaltatore all'atto della consegna. Ove le materie siano utilizzate per formazione di rilevati, il volume sarà misurato in riporto.

### *Scavi di fondazione*

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.

In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto delle loro esecuzioni tenendo in debito conto le istruzioni impartite dal Ministero dei lavori pubblici con il D.M. 21 gennaio 1981 e successive modifiche ed integrazioni.

Le profondità, che si trovino indicate nei disegni di consegna, sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo essa soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato le fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinata contropendenza.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 metri, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, alla applicazione delle necessarie armature di sostegno, in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 centimetri.

L'Impresa è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali essa deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo le venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

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

Nella infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che si fosse dovuto fare in più attorno alla medesima, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Impresa, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Col procedere delle murature l'Impresa potrà recuperare i legami costituenti le armature, sempre che non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei Lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento o del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

#### *Scavi subacquei e prosciugamenti*

Se dagli scavi in genere e dai cavi di fondazione, l'Impresa, in caso di sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della Direzione dei Lavori ordinare, secondo i casi, e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante, a cui si stabiliscono le acque sorgive dei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali fugatori.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua ma non come scavo subacqueo.

Quando la Direzione dei Lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Impresa, se richiesta, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

Per i prosciugamenti praticati durante l'esecuzione delle murature, l'Impresa dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

### *Presenza di gas negli scavi*

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o la irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare una efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza; questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas.

Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempre che sia assicurata una efficace e continua aerazione.

Quando si sia accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

Nei casi previsti dal secondo, terzo e quarto comma del presente articolo i lavoratori devono essere abbinati nell'esecuzione dei lavori.

### *Rilevati e rinterri*

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei Lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti prelevandole ovunque l'Impresa crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori.

Per i rilevati e i rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in genere, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilievo o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate con carriole, barelle ed altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Impresa.

È obbligo dell'Impresa, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'asestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Impresa dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sul quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà scorticata ove occorre, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggere pendenze verso monte.

Tutti gli oneri, obblighi e spese per la formazione dei rilevati e rinterri si intendono compresi nei prezzi stabiliti in elenco per gli scavi e quindi all'Appaltatore non spetterà alcun compenso oltre l'applicazione di detti prezzi. Le misure saranno eseguite in riporto in base alle sezioni di consegna da rilevarsi in contraddittorio con l'Appaltatore.

I riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili) dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure infine negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

Il riempimento di pietrame a secco a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc. sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

#### *Rilevati in materiale stabilizzato*

Il terreno che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura o i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilita dalla Direzione dei lavori.

I piani di posa dovranno anche essere liberati da qualsiasi materiale di altra natura vegetale, quali radici, cespugli, alberi.

Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in posto, l'Appaltatore, indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla Direzione dei lavori, dovrà provvedere esso a tutte le prove e determinazioni necessarie.

A tal uopo dovrà quindi, a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature.

Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, verranno preventivamente fatte eseguire dalla Direzione dei lavori presso un laboratorio pubblico, cioè uno dei seguenti laboratori: quelli delle Università, delle Ferrovie dello Stato o presso il laboratorio dell'ANAS.

Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino a un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:

- a) determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;
- b) determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose o limose;

c) determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

Costipamento del terreno in sito

Se sul terreno deve essere appoggiata la sovrastruttura direttamente o con l'interposizione di un rilevato di altezza minore di 50 cm, si seguiranno le seguenti norme:

a) per le terre sabbiose o ghiaiose, si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno 25 cm con adatto macchinario fino a ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;

b) per le terre limose, in assenza d'acqua, si procederà come al precedente capo a);

c) per le terre argillose si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando a esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato, a legante naturale, compatto e impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino a ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio. Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

Se il terreno deve sopportare un rilevato di altezza maggiore di 0,50 m:

a) per terre sabbiose o ghiaiose si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 centimetri, fino a ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi un'altezza da 0,50 m a 3 m, pari all'80% per rilevati aventi un'altezza superiore a 3 m;

b) per le terre limose in assenza di acqua si procederà come indicato al comma a);

c) per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato al punto c) del cap. 1).

In presenza di terre torbose si procederà in ogni caso alla sostituzione del terreno con altro tipo sabbioso-ghiaioso per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico.

Modificazione della umidità in sito

L'umidità di costipamento non dovrà mai essere maggiore del limite di ritiro diminuito del 5%; nel caso che l'umidità del terreno in sito sia maggiore di questo valore, occorrerà diminuire questo valore dell'umidità in loco, mescolando alla terra, per lo spessore che verrà indicato dalla Direzione dei lavori, altro materiale idoneo asciutto, o lasciando asciugare all'aria previa disaggregazione.

Qualora operando nel modo suddetto l'umidità all'atto del costipamento, pari a quella del limite di ritiro diminuito del 5%, risultasse inferiore a quella ottima ottenuta in laboratorio, dovrà provvedersi a raggiungere il prescritto peso specifico apparente aumentando il lavoro meccanico di costipamento.

## **Art. IX Demolizioni e rimozioni**

Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle varie strutture da demolire.

In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si verifichino crolli intempestivi.

I lavori di demolizione devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso e devono essere condotti in maniera da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento di quelle eventuali adiacenti, e in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali tutti devono ancora potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Amministrazione appaltante, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.

La successione dei lavori, quando si tratti di importanti ed estese demolizioni, deve risultare da apposito programma il quale deve essere firmato dall'Imprenditore e dal dipendente Direttore dei Lavori, ove esista, e deve essere tenuto a disposizione degli Ispettori di lavoro.

È vietato gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso convogliandoli in appositi canali il cui estremo inferiore non deve risultare ad altezza maggiore di due metri dal livello del piano di raccolta. I canali suddetti devono essere costruiti in modo che ogni tronco imbocchi nel tronco successivo; gli eventuali raccordi devono essere adeguatamente rinforzati.

L'imboccatura superiore del canale deve essere sistemata in modo che non possano cadervi accidentalmente persone. Ove sia costituito da elementi pesanti od ingombranti, il materiale di demolizione deve essere calato a terra con mezzi idonei.

Durante i lavori di demolizione si deve provvedere a ridurre il sollevamento della polvere, irrorando con acqua le murature ed i materiali di risulta.

La demolizione dei muri deve essere fatta servendosi di ponti di servizio indipendenti dall'opera in demolizione.

Gli obblighi di cui sopra non sussistono quando si tratta di muri di altezza inferiore ai cinque metri; in tali casi e per altezze da due a cinque metri si deve fare uso di cinture di sicurezza.

Inoltre, salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 metri può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta.

La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti da altre parti.

Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro quali: trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata.

Si può procedere allo scalzamento dell'opera da abbattere per facilitarne la caduta soltanto quando essa sia stata adeguatamente puntellata; la successiva rimozione dei puntelli deve essere eseguita a distanza a mezzo di funi.

Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 metri, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.

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

Nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta ed il transito, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento ed il trasporto del materiale accumulato deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall'alto.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Impresa, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa usando cautele per non danneggiarli sia nello scalcinamento, sia nel trasporto, sia nel loro arresto e per evitare la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà dell'Amministrazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Impresa di impiegarli in tutto o in parte nei lavori appaltati.



I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre essere trasportati dall'Impresa fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

Nel preventivare l'opera di demolizione e nel descrivere le disposizioni di smontaggio e demolizione delle parti d'opera, l'appaltatore dovrà sottoscrivere di aver preso visione dello stato di fatto delle opere da eseguire e della natura dei manufatti.

#### Manufatti in amianto cemento

Per manufatti in amianto cemento si intendono parti integranti dell'edificio oggetto di demolizione parziale o completa realizzate con unione di altri materiali a fibre di amianto.

Solitamente sono rinvenibili due tipologie differenti di manufatti: quelli a matrice friabile e quelli a matrice compatta. Data l'usura e l'invecchiamento o le condizioni di posa del materiale taluni materiali inizialmente integrati in matrice compatta possono, con il tempo, essere diventati friabili.

La misurazione di tale fenomeno e la relativa classificazione possono essere effettuate tramite schiacciamento e pressione con le dita della mano dell'operatore che in tal modo può rendersi conto della capacità del manufatto di offrire resistenza a compressione. Se le dita della mano dell'operatore riescono a comprimere o distaccare parti del manufatto stesso questo è classificabile a matrice friabile.

L'Appaltatore al momento del sopralluogo ai manufatti oggetto di demolizione è tenuto a verificarne la presenza e classificarne il livello di rischio.

Qualora il manufatto presenti qualche somiglianza affine ai manufatti contenenti amianto, sarà cura dell'Appaltatore provvedere a campionare parti dello stesso e provvedere a far analizzare i campioni presso un laboratorio attrezzato e autorizzato.

Valutata la presenza di manufatti contenenti amianto, l'Appaltatore provvederà a notificare l'azione di bonifica presso l'organo di vigilanza competente per territorio disponendo un piano di lavoro conforme a quanto indicato dal d.lgs. 257/06, in funzione della valutazione dei rischi effettuata ai sensi della normativa vigente. Tale documentazione deve essere messa a disposizione dei lavoratori e deve essere aggiornata in relazione all'aumento dell'esposizione degli stessi.

In tutte le attività concernenti l'amianto, l'esposizione dei lavoratori alla polvere proveniente dall'amianto o dai materiali contenenti amianto nel luogo di lavoro deve essere ridotta al minimo e, in ogni caso, al di sotto del valore limite fissato dalla normativa vigente, ed in particolare:

- a) il numero dei lavoratori esposti o che possono essere esposti alla polvere proveniente dall'amianto o da materiali contenenti amianto deve essere limitato al numero più basso possibile;
- b) i processi lavorativi devono essere concepiti in modo da evitare di produrre polvere di amianto o, se ciò non è possibile, da evitare emissione di polvere di amianto nell'aria;
- c) tutti i locali e le attrezzature per il trattamento dell'amianto devono poter essere sottoposti a regolare pulizia e manutenzione;
- d) l'amianto o i materiali che rilasciano polvere di amianto o che contengono amianto devono essere stoccati e trasportati in appositi imballaggi chiusi;
- e) i rifiuti devono essere raccolti e rimossi dal luogo di lavoro il più presto possibile in appropriati imballaggi chiusi su cui sarà apposta un'etichettatura indicante che contengono amianto.

Detti rifiuti devono essere successivamente trattati ai sensi della vigente normativa in materia di rifiuti pericolosi.

Sarà cura dell'Appaltatore segnalare nel piano di lavoro l'intero procedimento fino allo smaltimento definitivo delle macerie di demolizione contenenti amianto.

L'Appaltatore è produttore del rifiuto mediante azione demolitrice e deve quindi provvedere all'onere dello smaltimento corretto del rifiuto medesimo.

È impedito all'Appaltatore effettuare un deposito delle macerie contenenti amianto nella zona delimitata del cantiere ed in altra zona di proprietà del Committente. L'eventuale stoccaggio temporaneo del materiale contenente amianto dovrà essere segnalato nel piano di lavoro ed il luogo di accoglimento del materiale stesso sarà allo scopo predisposto.

È cura dell'Appaltatore verificare prima della demolizione del manufatto che non siano presenti all'interno del medesimo quantità qualsiasi di amianto floccato o manufatti di qualsivoglia natura contenenti amianto. Tali manufatti, qualora presenti, saranno considerati come rifiuto a cui l'Appaltatore deve provvedere secondo le modalità previste dalla legislazione vigente in materia, alla stessa stregua dei materiali facenti parte dell'immobile. La demolizione parziale o totale non potrà essere iniziata prima dell'avvenuto smaltimento di questi rifiuti.

L'Appaltatore deve organizzarsi affinché la procedura di sicurezza sia circoscritta alle sole fasi in cui viene trattato materiale contenente amianto.

L'Appaltatore è inoltre tenuto ad adottare le misure appropriate affinché i luoghi in cui si svolgono tali attività siano confinati e segnalati e siano rispettate tutte le prescrizioni di cui alla vigente normativa e al piano di lavoro redatto e consegnato agli organi competenti.

Al fine di garantire il rispetto del valore limite di esposizione fissato dalla normativa vigente (0,1 fibre per centimetro cubo di aria) e in funzione dei risultati della valutazione iniziale dei rischi, l'Appaltatore è tenuto ad effettuare misurazioni periodiche della concentrazione di fibre di amianto nell'aria e riportarne i risultati nel Documento di Valutazione dei Rischi e nel Piano Operativo di Sicurezza.

Qualora tale valore limite fosse superato, l'Appaltatore è tenuto ad adottare tutte le misure organizzative necessarie all'eliminazione del rischio e a dotare i propri lavoratori di idonei dispositivi di protezione individuale.

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere al termine della bonifica a consegnare certificato di collaudo e riconsegna dei locali bonificati. Qualora l'intervento di bonifica da amianto non abbia esito positivo la Stazione appaltante avrà diritto a far subentrare l'Appaltatore specializzato di propria fiducia con l'obiettivo di ripristinare il livello di inquinamento di fondo previsto dalla legislazione vigente. L'importo di tale intervento sarà a carico dell'Appaltatore.

### **TITOLO III - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI NOLI E TRASPORTI**

#### **Art. X Opere provvisionali**

Le opere provvisionali, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori sono oggetto di specifico capitolato (vedi: Bassi Andrea, *I costi della sicurezza in edilizia*, maggio 2006, II edizione, Maggioli Editore).

Le principali norme riguardanti i ponteggi e le impalcature, i ponteggi metallici fissi, i ponteggi mobili, ecc., sono contenute nel d.lgs. 81/08, nel d.lgs. 235/03, nonché nel regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri edili di cui al DPR 222/03.

#### **Art. XI Noleggi**

I noli devono essere espressamente richiesti, con ordine di servizio, dalla Direzione dei Lavori e sono retribuibili solo se non sono compresi nei prezzi delle opere e/o delle prestazioni.

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro funzionamento. Sono a carico esclusivo dell'Impresa la manutenzione degli attrezzi e delle macchine affinché siano in costante efficienza.

Il nolo si considera per il solo tempo effettivo, ad ora o a giornata di otto ore, dal momento in cui l'oggetto noleggiato viene messo a disposizione del committente, fino al momento in cui il nolo giunge al termine del periodo per cui è stato richiesto.

Nel prezzo sono compresi: i trasporti dal luogo di provenienza al cantiere e viceversa, il montaggio e lo smontaggio, la manodopera, i combustibili, i lubrificanti, i materiali di consumo, l'energia elettrica, lo sfido e tutto quanto occorre per il funzionamento dei mezzi.

I prezzi dei noli comprendono le spese generali e l'utile dell'imprenditore.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri verrà corrisposto soltanto il prezzo per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

#### **Art. XII Trasporti**

Il trasporto è compensato a metro cubo di materiale trasportato, oppure come nolo orario di automezzo funzionante.

Se la dimensione del materiale da trasportare è inferiore alla portata utile dell'automezzo richiesto a nolo, non si prevedono riduzioni di prezzo.

Nei prezzi di trasporto è compresa la fornitura dei materiali di consumo e la manodopera del conducente.

**TITOLO IV - PRESCRIZIONI SU QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI****Art. XIII Materie prime**Materiali in genere

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati.

*Acqua, calce aeree, calce idrauliche, leganti cementizi, pozzolane, gesso*

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, priva di materie terrose, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva. Nel caso in cui si rendesse necessario, dovrà essere trattata per permettere un grado di purezza adatta all'intervento da eseguire, oppure additivata per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche con produzione di sostanze pericolose. In merito si faccia riferimento alla vigente normativa ed in particolare al D.M. 9 gennaio 1996.

Le calce aeree dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori. Le calce aeree si dividono in:

- calce grassa in zolle, di colore pressoché bianco, è il prodotto della cottura di calcari di adatta composizione morfologica e chimica;
- calce magra in zolle è il prodotto della cottura di calcari a morfologia e composizione chimica tali da non dare calce che raggiungano i requisiti richiesti per le calce di cui alla lettera a).
- calce idrata in polvere è il prodotto dello spegnimento completo delle calce predette, fatto dallo stabilimento produttore in modo da ottenerla in polvere fina e secca.

Si dicono calce aeree magnesiache quelle contenenti più del 20% di MgO. Per le calce aeree devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni, nelle quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

CALCI AEREE		Contenuto in CaO + MgO	Contenuto in umidità	Contenuto in carboni e impurità
Calce grassa in zolle		94%		
Calce magra in zolle		94%		
Calce idrata in polvere	Fiore di calce	91%	3%	6%
	C. idrata da costruzione	82%	3%	6%

e devono rispondere ai seguenti requisiti fisico-meccanici:

CALCI AEREE	Rendimento in grassello	Residuo al vaglio da 900 maglie /cmq	Residuo al vaglio da 4900 maglie/cm <sup>2</sup>	Prova di stabilità di volume
Calce grassa in zolle	2,5 mc./tonn.			
Calce magra in zolle	1,5 mc./tonn.			
Calce idrata in polvere	fiore di calce	1%	5%	sì

	calce da costruzione	2%	15%	sì
--	----------------------	----	-----	----

La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere recente, perfetta e di cottura uniforme, non bruciata né vitrea né lenta ad idratarsi. Infine sarà di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria alla estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, silicose od altrimenti inerti.

La calce viva in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; non sarà usata quella ridotta in polvere o sfiorita: si dovrà quindi preparare la calce viva nella quantità necessaria e conservarla in luoghi asciutti ed al riparo dall'umidità.

Dopo l'estinzione la calce dovrà conservarsi in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura, mantenendola coperta con uno strato di sabbia. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego; quella destinata alle murature da almeno 15 giorni. L'estinzione delle calce aeree in zolle sarà eseguita a bagnolo o con altro sistema idoneo, ma mai a getto.

Le calce idrauliche si dividono in:

- calce idraulica in zolle: prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale che il prodotto cotto risulti di facile spegnimento;
- calce idraulica e calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere: prodotti ottenuti con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, e successivi spegnimento, macinazione e stagionatura;
- calce idraulica artificiale pozzolanica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di pozzolana e calce aerea idratata;
- calce idraulica siderurgica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di loppa basica di alto forno granulata e di calce aerea idratata.

L'uso della calce idrata dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione dei Lavori.

Per le calce idrauliche devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni:

Calci idrauliche	Perdita al fuoco	Contenuto in MgO	Contenuto in carbonati	Rapporto di costituzione e	Contenuto in Mno	Residuo insolubile
Calce idraulica naturale in zolle	10%	5%	10%			
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere		5%	10%			
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere		5%	10%			
Calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere		5%	10%	1,5%		

Calce idraulica artificiale siderurgica in polvere	5%	5%			5%	2,5%
--	----	----	--	--	----	------

Devono inoltre essere soddisfatti i seguenti requisiti fisico-meccanici:

Calci idrauliche in polvere	Resistenze meccaniche su malta normale battuta 1:3 tolleranza del 10%		Prova di stabilità volume
	Resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura	Resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagionatura	
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	5 Kg/cm <sup>2</sup>	10 Kg/cm <sup>2</sup>	sì
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale	10 Kg/cm <sup>2</sup>	100 Kg/cm <sup>2</sup>	sì
Calce idraulica artificiale pozzolanica	10 Kg/cm <sup>2</sup>	100 Kg/cm <sup>2</sup>	sì
Calce idraulica artificiale siderurgica	10 Kg/cm <sup>2</sup>	100 Kg/cm <sup>2</sup>	sì

È ammesso un contenuto di MgO superiore ai limiti purché rispondano alla prova di espansione in autoclave. Tutte le calci idrauliche in polvere devono:

- lasciare sul setaccio da 900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo percentuale in peso inferiore al 2% e sul setaccio da 4900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo inferiore al 20%;
- iniziare la presa fra le 2 e le 6 ore dal principio dell'impasto e averla già compiuta dalle 8 alle 48 ore del medesimo;
- essere di composizione omogenea, costante, e di buona stagionatura.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa devono essere i seguenti:

- inizio presa: non prima di un'ora
- termine presa: non dopo 48 ore

I cementi, da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere, per composizione, finezza di macinazione, qualità, presa, resistenza ed altro, alle norme di accettazione di cui alla normativa vigente. Per quanto riguarda composizione, specificazione e criteri di conformità per i cementi comuni, si faccia riferimento a quanto previsto dal D.M. 13 settembre 1993 che recepisce le norme unificate europee con le norme UNI ENV 197.

I cementi si dividono in:

- cemento portland: prodotto ottenuto per macinazioni di clinker (consistente essenzialmente in silicati idraulici di calcio), con aggiunta di gesso o anidrite dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione;

- cemento pozzolanico: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico, con la quantità di gesso o anidrite necessaria a regolarizzare il processo di idratazione;
- cemento d'alto forno: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di loppa basica granulata di alto forno, con la quantità di gesso o anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.
- cemento alluminoso: prodotto ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio.
- cementi per sbarramenti di ritenuta: cementi normali, di cui alla lettera A, i quali abbiano i particolari valori minimi di resistenza alla compressione fissati con decreto ministeriale.

Per agglomeranti cementizi si intendono i leganti idraulici che presentano resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli che verranno stabiliti per i cementi normali. Essi si dividono in agglomerati cementizi a lenta presa e a rapida presa.

Gli agglomerati cementizi in polvere non devono lasciare, sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglie 0,18 (0,18 UNI 2331/80), un residuo superiore al 2%; i cementi normali ed alluminosi non devono lasciare un residuo superiore al 10% sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglia 0,09 (0,09 UNI 2331/80).

Il cemento deve essere esclusivamente a lenta presa e rispondere ai requisiti di accettazione prescritti nelle norme per i leganti idraulici in vigore all'inizio della costruzione. Per lavori speciali il cemento può essere assoggettato a prove supplementari.

Il costruttore ha l'obbligo della buona conservazione del cemento che non debba impiegarsi immediatamente nei lavori, curando tra l'altro che i locali, nei quali esso viene depositato, siano asciutti e ben ventilati. L'impiego di cemento giacente da lungo tempo in cantiere deve essere autorizzato dal Direttore dei Lavori sotto la sua responsabilità.

La dosatura di cemento per getti armati dev'essere non inferiore a 300 kg per mc di miscuglio secco di materia inerte (sabbia e ghiaia o pietrisco); per il cemento alluminoso la dosatura minima può essere di 250 kg per mc. In ogni caso occorre proporzionare il miscuglio di cemento e materie inerti in modo da ottenere la massima compattezza. Il preventivo controllo si deve di regola eseguire con analisi granulometrica o con misura diretta dei vuoti mediante acqua o con prove preliminari su travetti o su cubi.

I cementi normali e per sbarramenti di ritenuta, utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere previamente controllati e certificati secondo procedure di cui al regolamento C.N.R. - I.C.I.T.E. del "Servizio di controllo e certificazione dei cementi", allegato al decreto 9 marzo 1988 n. 126. I cementi, saggiati su malta normale, debbono avere i seguenti limiti minimi di resistenza meccanica, con tolleranza del 5%:

Cementi normali e ad alta resistenza	Resistenza a flessione				Resistenza a compressione				
	Dopo 24 ore Kg/cm <sub>2</sub>	Dopo 3 giorni Kg/cm <sub>2</sub>	Dopo 7 giorni Kg/cm <sub>2</sub>	Dopo 28 giorni Kg/cm <sub>2</sub>	Dopo 24 ore Kg/cm <sub>2</sub>	Dopo 3 giorni Kg/cm <sub>2</sub>	Dopo 7 giorni Kg/cm <sub>2</sub>	Dopo 28 giorni Kg/cm <sub>2</sub>	Dopo 90 giorni Kg/cm <sub>2</sub>
Normale	-	-	40	60	-	-	175	325	-
Ad alta resistenza	-	40	60	70	-	175	325	425	-

Ad alta resistenza e rapido indurimento	40	60	-	80	175	325	-	525	-
Cemento alluminoso	175	60	-	80	175	325	-	525	-
Cementi per sbarramenti di ritenuta	-	-	-	-	-	-	-	225	350

I cementi devono soddisfare i seguenti requisiti nei quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

<b>Cementi normali e ad alta resistenza e cementi per sbarramenti di tenuta</b>		<b>Perdita al fuoco</b>	<b>Residuo insolub.</b>	<b>Cont. di SO<sup>3</sup></b>	<b>Cont. di MgO</b>	<b>Saggio pozzola - nicità</b>	<b>Cont. di zolfo da solfuri</b>	<b>Cont. di Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>
Portland	Normale	< 5	< 3	< 3,5	< 4	---	---	---
	Ad alta resistenza	<5	< 3	< 4	< 4	---	---	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 4	< 4	---	---	---
Pozzolatico	Normale	< 7	< 16	< 3,5	< 3 *	Sì	---	---
	Ad alta resistenza	< 7	< 16	< 4	< 3 *	Sì	---	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 7	< 16	< 4	< 3 *	Sì	---	---
D'altoforno	Normale	< 5	< 3	< 3,5	< 7**	---	< 2	---
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	< 4	< 7**	---	< 2	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 4	< 7**	---	< 2	---
Cemento alluminoso	Normale	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
Agglomerato cementizio		---	---	< 3,5	< 4	---	---	---

(\*) Solubile in HCl

(\*\*) È ammesso per il cemento d'alto forno anche un contenuto di MgO superiore al 7%, purché detto cemento risponda alla prova di indeformabilità in autoclave (v. art. 4, comma 2°). Il clinker di cemento portland impiegato deve naturalmente corrispondere come composizione a quella definita per il cemento Portland.



I cementi d'altoforno contenenti più del 7% di MgO non debbono dare alla prova di espansione in autoclave una dilatazione superiore a 0,50%.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa debbono essere i seguenti:

	INIZIO PRESA	TERMINE PRESA
cementi normali e ad alta resistenza	non prima di 30 minuti	non dopo 12 ore
cemento alluminoso	non prima di 30 minuti	non dopo 10 ore
cementi per sbarramenti di ritenuta	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
agglomerati cementizi a lenta presa	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
agglomerati cementizi a rapida presa	almeno un minuto	al più 30 minuti

Il D.M. 13 settembre 1993 fissa la corrispondenza tra le denominazioni dei cementi di cui alla norma UNI EN 197-1/07 e quelli indicati nelle norme italiane previgenti.

ENV 197/1	Norme italiane (art. 2, legge n. 595/1965 e D.M. attuativi)
Cemento Portland (CEM I)	Cemento Portland
Cementi Portland composti (CEM II/A-S; CEM II/A-D; CEM II/A-P; CEM II/A-Q; CEM II/A-V; CEM II/A-W; CEM II/A-T; CEM II/A-L; CEM II/B-L; CEM II/A-M)	
Cemento d'altoforno (CEM III/A; CEM III/B; CEM III/C)	Cemento d'altoforno
Cemento Portland composito (CEM II/B-S)	
Cemento pozzolanico (CEM IV/A; CEM IV/B)	Cemento pozzolanico
Cemento Portland alla pozzolana (CEM II/B-P; CEM II/B-Q)	
Cemento Portland alle ceneri volanti (CEM II/B-V; CEM II/B-W)	
Cemento Portland allo scisto calcinato (CEM II/B-T)	
Cemento Portland composito (CEM II/B-M)	Cemento d'altoforno (*) Cemento pozzolanico (*) Cemento Portland (*)
Cemento composito (CEM V/A; CEM V/B)	Cemento d'altoforno (*) Cemento pozzolanico (*)

(\*) In funzione della composizione del cemento.

I cementi, gli agglomeranti cementizi e le calci idrauliche in polvere debbono essere forniti o:

- in sacchi sigillati;
- in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati essi dovranno essere del peso di 50 chilogrammi chiusi con legame munito di sigillo. Il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- la qualità del legante;
- lo stabilimento produttore;
- la quantità d'acqua per la malta normale;
- le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce.

Le calce idrauliche naturali, in zolle, quando non possono essere caricate per la spedizione subito dopo l'estrazione dai forni, debbono essere conservate in locali chiusi o in sili al riparo degli agenti atmosferici. Il trasporto in cantiere deve eseguirsi al riparo dalla pioggia o dall'umidità.

Le pozzolane saranno ricavate da strati depurati da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti: qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dalla normativa vigente.

Agli effetti del suddetto decreto si intendono per pozzolane tutti quei materiali di origine vulcanica che impastati intimamente con calce danno malte capaci di far presa e di indurire anche sott'acqua e che presentano un residuo non superiore al 40% ad un attacco acido basico. Si considerano materiali a comportamento pozzolanico tutti quelli che, pur non essendo di origine vulcanica, rispondono alle condizioni della precedente definizione.

Agli effetti delle presenti norme si dividono in pozzolane energiche e pozzolane di debole energia.

Le pozzolane ed i materiali a comportamento pozzolanico devono dar luogo alle seguenti resistenze con la tolleranza del 10%.

	<b>Resistenza a trazione (su malta normale) dopo 28 gg.:</b>	<b>Resistenza a pressione (su malta normale) dopo 28 gg.:</b>	<b>Composizione della malta normale</b>
POZZOLAN E ENERGICHE	5 Kg/cm <sup>2</sup>	25 Kg/cm <sup>2</sup>	- tre parti in peso del materiale da provare - una parte in peso di calce normale  Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm 7 l'ago di Vicat del peso di kg 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm 30.
POZZOLAN E DI DEBOLE ENERGIA	3 Kg/cm <sup>2</sup>	12 Kg/cm <sup>2</sup>	- tre parti in peso di pozzolana - una parte in peso di calce normale

			Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm 10 l'ago di Vicat del peso di kg 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm 30.
--	--	--	--

La pozzolana ed i materiali a comportamento pozzolanico devono essere scevri da sostanze eterogenee. La dimensione dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico non deve superare 5 mm.

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti e ben riparati dall'umidità.

L'uso di esso dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione dei Lavori.

I gessi si dividono in:

<b>Tipo</b>	<b>Durezza massima</b>	<b>Resistenza alla trazione (dopo tre giorni)</b>	<b>Resistenza alla compressione (dopo tre giorni)</b>
Gesso comune	60% di acqua in volume	15 kg/cm <sup>2</sup>	-
Gesso da stucco	60% di acqua in volume	20 kg/ cm <sup>2</sup>	40 kg/ cm <sup>2</sup>
Gesso da forma (scagliola)	70% di acqua in volume	20 kg/ cm <sup>2</sup>	40 kg/ cm <sup>2</sup>

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

Gli inerti, quando non espressamente stabilito, possono provenire da cava in acqua o da fiume, a seconda della località dove si eseguono i lavori ed in rapporto alle preferenze di approvvigionamento: in ogni caso dovranno essere privi di sostanze organiche, impurità ed elementi eterogenei.

Gli aggregati devono essere disposti lungo una corretta curva granulometrica, per assicurare il massimo riempimento dei vuoti interstiziali.

Tra le caratteristiche chimico-fisiche degli aggregati occorre considerare anche il contenuto percentuale di acqua, per una corretta definizione del rapporto a/c, ed i valori di peso specifico assoluto per il calcolo della miscela d'impasto. La granulometria inoltre dovrà essere studiata scegliendo il diametro massimo in funzione della sezione minima del getto, della distanza minima tra i ferri d'armatura e dello spessore del copriferro.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Gli inerti normali sono, solitamente, forniti sciolti; quelli speciali possono essere forniti sciolti, in sacchi o in autocisterne. Entrambi vengono misurati a metro cubo di materiale assestato su automezzi per forniture di un certo rilievo, oppure a secchie, di capacità convenzionale pari ad 1/100 di metro cubo nel caso di minimi quantitativi.

La sabbia naturale o artificiale dovrà risultare bene assortita in grossezza, sarà pulitissima, non avrà tracce di sali, di sostanze terrose, limacciose, fibre organiche, sostanze friabili in genere e sarà costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa.

Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata ad una o più riprese con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive e sostanze eterogenee.

Le dimensioni dei grani costituenti la sabbia dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio di fori circolari del diametro:

- di 2 mm se si tratta di lavori di murature in genere;
- di 1 mm se si tratta degli strati grezzi di intonaci e di murature di paramento;
- di ½ mm se si tratta di colla per intonaci e per murature di paramento.

La sabbia normale è una sabbia silicea, composita, a granuli tondeggianti, d'origine naturale proveniente dal lago di Massaciuccoli in territorio di Torre del Lago, la cui distribuzione granulometrica deve essere contenuta nel fuso granulometrico individuato dalla tabella seguente:

Designazione della tela	Luce netta (in mm)	Residuo cumulativo (percentuale in peso)
2,00 UNI 2331	2,00	0
1,70 UNI 2331	1,70	5 ± 5
1,00 UNI 2331	1,00	33 ± 5
0,50 UNI 2331	0,50	67 ± 5
0,15 UNI 2331	0,15	88 ± 5
0,08 UNI 2331	0,08	98 ± 2

Per ogni partita di sabbia normale, il controllo granulometrico deve essere effettuato su un campione di 100 g.

L'operazione di stacciatura va eseguita a secco su materiale essiccato ed ha termine quando la quantità di sabbia che attraversa in un minuto qualsiasi setaccio risulta inferiore a 0,5 g.

Per la qualità di ghiaie e pietrischi da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi valgono le stesse norme prescritte per le sabbie.

La ghiaia deve essere ad elementi puliti di materiale calcareo o siliceo, bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili, terrose, organiche o comunque dannose.

La ghiaia deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario per eliminare le materie nocive.

Qualora invece della ghiaia si adoperi pietrisco questo deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, durissima, silicea o calcarea pura e di alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche, esente da materie terrose, sabbiose e, comunque, eterogenee, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni indicate per la ghiaia.

Il pietrisco dev'essere lavato con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

Le dimensioni degli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio di fori circolari del diametro:

- di 5 cm se si tratta di lavori di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpe e simili;

- di 4 cm se si tratta di volti di getto;
- di 3 cm se si tratta di cappe di volti o di lavori in cemento armato od a pareti sottili.

Gli elementi più piccoli delle ghiaie e dei pietrischi non devono passare in un vaglio a maglie rotonde in un centimetro di diametro, salvo quando vanno impiegati in cappe di volti od in lavori in cemento armato ed a pareti sottili, nei quali casi sono ammessi anche elementi più piccoli.

Se il cemento adoperato è alluminoso, è consentito anche l'uso di roccia gessosa, quando l'approvvigionamento d'altro tipo risulti particolarmente difficile e si tratti di roccia compatta, non geliva e di resistenza accertata.

La pomice dovrà presentare struttura granulare a cavità chiuse, con superfici scabre, dovrà essere asciutta, scevra da sostanze organiche, da polvere o da altri elementi estranei. Il peso specifico apparente medio della pomice non dovrà essere superiore a  $660 \text{ kg/m}^3$ .

La perlite espansa si presenta sotto forma di granulato, con grani di dimensioni variabile da 0 a 5 mm di diametro, completamente esente da polvere o da altre sostanze estranee e dovrà essere incombustibile ed imputrescibile. Il peso specifico apparente della perlite espansa è compreso tra i 60 ed i  $120 \text{ kg/m}^3$ .

La vermiculite espansa si presenta sotto forma di granulato, con grani di dimensioni variabile da 0 a 12 mm di diametro, completamente esente da ogni tipo d'impurità e dovrà essere incombustibile ed imputrescibile. Il peso specifico apparente della vermiculite espansa è compreso tra i 70 ed i  $110 \text{ kg/m}^3$  a seconda della granulometria.

Il polistirene espanso si presenta sotto forma di granulato, con grani di dimensioni variabile da 2 a 6 mm di diametro, completamente esente da ogni sostanza estranea e dovrà essere inattaccabile da muffe, batteri, insetti e resistere all'invecchiamento. Il peso specifico apparente del polistirene espanso è compreso tra i 10 ed i  $12 \text{ kg/m}^3$  a seconda della granulometria.

L'argilla espansa si presenta sotto forma di granulato, con grani a struttura interna cellulare chiusa e vetrificata, con una dura e resistente scorza esterna. In base alla circolare n. 252 AA.GG./S.T.C. del 15 ottobre 1996, per granuli di argilla espansa e scisti di argilla espansa, si richiede:

- nel caso di argilla espansa: superficie a struttura prevalentemente chiusa, con esclusione di frazioni granulometriche ottenute per frantumazione successiva alla cottura;
- nel caso di scisti espansi: struttura non sfaldabile con esclusione di elementi frantumati come sopra indicato.

Ogni granulo, di colore bruno, deve avere forma rotondeggiante ed essere privo di materiali attivi, organici o combustibili; deve essere inattaccabile da acidi ed alcali concentrati, e deve conservare le sue qualità in un largo intervallo di temperatura. I granuli devono galleggiare sull'acqua senza assorbirla.

Il peso specifico dell'argilla espansa è compreso tra i 350 ed i  $530 \text{ kg/m}^3$  a seconda della granulometria.

#### Terreni per sovrastrutture in materiali stabilizzati.

Essi debbono identificarsi mediante la loro granulometria e i limiti di Atterberg, che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale il comportamento della frazione fina per terreno (passante al setaccio 0,42 mm n. 40 ASTM) passa da una fase solida a una plastica (limite di plasticità L.P.) e da una fase plastica a una fase liquida (limite di fluidità L.L.) nonché dall'indice di plasticità (differenza fra il limite di fluidità LL. e il limite di plasticità L.P.).

Tale indice, da stabilirsi in genere per raffronto con casi simili di rilevati già costruite con analoghi terreni, ha notevole importanza.

Salvo più specifiche prescrizioni della Direzione dei lavori si potrà fare riferimento alle seguenti caratteristiche (Highway Research Board):

- 1) strati inferiori (fondazione): tipo miscela sabbia-argilla: dovrà interamente passare al setaccio 25 mm ed essere almeno passante per il 65% al setaccio n. 10 ASTM; il detto passante al n. 10 dovrà essere passante dal 55 al 90% al n. 20 ASTM e dal 35 al 70% passante al n. 40 ASTM, dal 10 al 25% passante al n. 200 ASTM;
- 2) strati inferiori (fondazione): tipo di miscela ghiaia o pietrisco, sabbia e argilla: dovrà essere interamente passante al setaccio da 71 mm; ed essere almeno passante per il 50% al setaccio da 10 mm, dal 25 al 50% al setaccio n. 4, dal 20 al 40% al setaccio n. 10, dal 10 al 25% al setaccio n. 40, dal 3 al 10% al setaccio n. 200;
- 3) negli strati di fondazione, di cui ai precedenti paragrafi 1) e 2), l'indice di plasticità non deve essere superiore a 6, il limite di fluidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 ASTM deve essere preferibilmente la metà di quella passante al setaccio n. 40 e in ogni caso non deve superare i due terzi di essa;
- 4) strato superiore della sovrastruttura tipo miscela sabbia-argilla: valgono le stesse condizioni granulometriche di cui al paragrafo 1);
- 5) strato superiore della sovrastruttura: tipo della miscela ghiaia o pietrisco, sabbia e argilla: deve essere interamente passante dal setaccio da 25 mm e almeno il 65% al setaccio da 10 mm, dal 55 all'85% al setaccio n. 4, dal 40 al 70% al setaccio n. 10, dal 25 al 45% al setaccio n. 40, dal 10 al 25% al setaccio n. 200;
- 6) negli strati superiori 4) e 5) l'indice di plasticità non deve essere superiore a 9 né inferiore a 4, il limite di fluidità non deve superare 35; la frazione di passante al setaccio n. 200 deve essere inferiore ai due terzi della frazione passante al n. 40.

Inoltre è opportuno controllare le caratteristiche meccaniche delle miscele con la prova CBR (California bearing ratio) che esprime la portanza della miscela sotto un pistone cilindrico di due pollici di diametro, con approfondimento di 2,5 ovvero 5 mm in rapporto alla corrispondente portanza di una miscela tipo. In linea di massima il CBR del materiale, costipato alla densità massima e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione, e sottoposto a un sovraccarico di 9 kg dovrà risultare, per gli strati inferiori, non inferiore a 30 e per i materiali degli strati superiori non inferiore a 70.

Durante l'immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,5 per cento.

#### *Modalità di prova, controllo, collaudo*

Per la tecnica di impiego delle terre si seguirà la norma CNR 10006.

Le prove di costipamento avverranno seguendo la norma CNRBU 69.

L'umidità verrà misurata secondo la norma CNR 10008.

#### *Norme di misurazione*

Compattazione meccanica dei rilevati. - La compactazione meccanica dei rilevati sarà valutata a mc, quale compenso in aggiunta a quello per la formazione dei rilevati.

#### Formazione di strati in conglomerato bituminoso a caldo tradizionale con e senza riciclato

I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido, additivi ed eventuale conglomerato riciclato.

#### *Materiali costituenti e loro qualificazione*

##### *Legante*

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido (tal quale) ed eventualmente da quello proveniente dal conglomerato riciclato additivato con ACF (attivanti chimici funzionali).

I bitumi sono composti organici costituiti sostanzialmente da miscele di idrocarburi, completamente solubili in solfuro di carbonio e dotati di capacità legante.

A seconda della temperatura media della zona di impiego il bitume deve essere del tipo 50/70 oppure 80/100 con le caratteristiche indicate nella tabella, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate.

Bitume				
Parametro	Normativa	Unità di misura	Tipo 50/70	Tipo 80/100
Penetrazione a 25° C	EN 1425, CNR 24/71	dmm	50-70	80-100
Punto di rammollimento	EN 1427, CNR 35/73	°C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	CNR 43/74	°C	≤ - 8	≤ - 8
Parametro	Normativa	Unità di misura	Tipo 50/70	Tipo 80/100
Solubilità	EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10\text{s}^{-1}$	PrEN 13072-2	Pa•s	≥ 0,15	≥ 0,10
Valori dopo RTFOT	EN12607-1			
Volatilità	CNR54/77	%	≤ 0,5	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	EN1426, CNR24/71	%	≥ 50	≥ 50
Incremento del punto di rammollimento	EN1427, CNR35/73	°C	≤ 9	≤ 9

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

#### Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregato o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle tabelle seguenti. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella tabella seguente.

Il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto.

Per determinare la quantità di ACF da impiegare si deve preventivamente calcolare la percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere con la seguente espressione:

$$P_n = P_t - (P_v \times P_r)$$

dove

Pn = percentuale di legante nuovo da aggiungere riferita al totale degli inerti;

Pt = percentuale totale di bitume nella miscela di inerti nuovi e conglomerato di riciclo;

Pv = percentuale di bitume vecchio (preesistente) riferita al totale degli inerti;

Pr = frazione di conglomerato riciclato rispetto al totale della miscela.

Il valore di Pt viene determinato con l'espressione:

$$Pt = 0,035 a + 0,045 b + cd + f$$

dove

Pt = % di bitume in peso riferita alla miscela totale, espressa come numero intero;

a = % di aggregato trattenuto al setaccio UNI 2 mm;

b = % di aggregato passante al setaccio UNI 2 mm e trattenuto al setaccio 0,075 mm;

c = % di aggregato passante al setaccio 0,075 mm;

d = 0,15 per un passante al N. 200 compreso tra 11 e 15;

d = 0,18 per un passante al N. 200 compreso tra 6 e 10;

d = 0,20 per un passante al N. 200  $\leq 6$ ;

f = parametro compreso normalmente fra 0,3 e 0,8, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

Si procede quindi a costruire in un diagramma viscosità (a 60 °C) percentuale di rigenerante (rispetto al legante nuovo) una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto (metodo ASTM D5404-97) più bitume aggiunto nelle proporzioni

determinate con le formule precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita

dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente

rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2000 Pa.s, la percentuale di rigenerante necessaria.

L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza degli ACF nel bitume viene accertata mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Densità a 25/25°C	ASTM D - 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D - 92	°C	200



Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa•s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D - 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D - 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 1,0

### Aggregati

Gli aggregati lapidei, di primo impiego o di riciclo, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo tradizionali. Gli aggregati di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5), degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione.

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle tabelle seguenti al variare del tipo di strada.

### Aggregato grosso

EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità misura	Base	Binder	Usura
Los Angeles (*)	CNR 34/73	%	≤ 30	≤ 30	≤ 20
Micro Deval Umida (*)	CNR 109/85	%	≤ 25	≤ 25	≤ 15
Quantità di frantumato	-	%	≥ 70	≥ 80	100
Dimensione max	CNR 23/71	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Spogliamento	CNR 138/92	%	≤ 5	≤ 5	0
Passante allo 0,0075	CNR 75/80	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Indice appiattimento	CNR 95/84	%		≤ 30	≤ 30
Porosità	CNR 65/78	%		≤ 1,5	≤ 1,5
CLA	CNR 140/92	%			≥ 40

(\*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

STRADE URBANE DI QUARTIERE E LOCALI					
Trattenuto al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	Unità misura	Base	Binder	Usura
Los Angeles (*)	CNR 34/73	%	≤ 40	≤ 40	≤ 25
Micro Deval Umida (*)	CNR 109/85	%	≤ 35	≤ 35	≤ 20
Quantità di frantumato	-	%	≥ 60	≥ 70	100
Dimensione max	CNR 23/71	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Parametro	Normativa	Unità misura	Base	Binder	Usura

Spogliamento	CNR 138/92	%	≤ 5	≤ 5	0
Passante allo 0,075	CNR 75/80	%	≤ 2	≤ 2	≤ 2
Indice appiattimento	CNR 95/84	%		≤ 35	≤ 30
Porosità	CNR 65/78	%		≤ 1,5	≤ 1,5
CLA	CNR 140/92	%			≥ 40
(*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.					

Nello strato di usura la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con CLA \_ 43, pari almeno al 30% del totale.

In alternativa all'uso del basalto o del porfido si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) od artificiali (argilla espansa "resistente" o materiali simili, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale (CLA \_ 50) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% ed il 30% del totale, ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% ed il 35% degli inerti che compongono la miscela.

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione.

A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere le caratteristiche riassunte nelle tabelle seguenti.

#### Aggregato fino

EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO					
Passante al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità misura</i>	<i>d</i> Base	Binder	Usura
Equivalente in Sabbia	CNR 27/72	%	≥ 50	≥ 60	≥ 70
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.		
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25		
Passante allo 0,075	CNR 75/80	%		≤ 2	≤ 2
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%		≥ 40	≥ 50

STRADE URBANE DI QUARTIERE E LOCALI					
Passante al crivello UNI n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità misura</i>	<i>d</i> Base	Binder	Usura
Equivalente in Sabbia	CNR 27/72	%	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.		
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25		
Passante allo 0,075	CNR 75/80	%		≤ 3	≤ 3
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%		≥ 40	≥ 50

Per aggregati fini utilizzati negli strati di usura il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10 % qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di CLA \_ 42.

Il filler, frazione passante al setaccio 0,075 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali deve soddisfare i requisiti indicati nella tabella seguente.

TUTTE LE STRADE			
Filler			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base Binder Usura
Spogliamento	CNR 138/92	%	≤ 5
Passante allo 0,18	CNR 23/71	%	100
Passante allo 0,075	CNR 75/80	%	≥ 80
Indice Plasticità	CNR-UNI		N.P.
Vuoti Rigden	CNR 123/88	%	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	CNR 122/88	ΔPA	≥ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

#### *Conglomerato riciclato*

Per conglomerato riciclato deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base : ≤ 30%
- conglomerato per strato di collegamento : ≤ 25%
- conglomerato per tappeto di usura : ≤ 20%

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura, per il tappeto materiale provenienti solo da questo strato.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

#### *Miscela*

La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella tabella seguente.

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella tabella seguente.

Serie crivelli e setacci UNI		Base	Binder	Usura		
				A	B	C
Crivello	40	100	-	-	-	-
Crivello	30	80 – 100	-	-	-	-
Crivello	25	70 – 95	100	100	-	-
Crivello	15	45 – 70	65 – 85	90 – 100	100	-

Crivello	10	35 – 60	55 – 75	70 – 90	70 – 90	100
Crivello	5	25 – 50	35 – 55	40 – 55	40 – 60	45 – 65
Setaccio	2	20 – 35	25 – 38	25 – 38	25 – 38	28 – 45
Setaccio	0,4	6 – 20	10 – 20	11 – 20	11 – 20	13 – 25
Setaccio	0,18	4 – 14	5 – 15	8 – 15	8 – 15	8 – 15
Setaccio	0,075	4 – 8	4 – 8	6 – 10	6 – 10	6 – 10
% di bitume		4,0 – 5,0	4,5 – 5,5	4,8 – 5,8	5,0 – 6,0	5,2 – 6,2

Per i tappeti di usura il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4 cm, il fuso B per spessori di 3 – 4 cm, il fuso C per spessori inferiori a 3 cm.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura sono riportate nelle due tabelle riportate sotto.

METODO VOLUMETRICO		Strato pavimentazione		
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione		1,25° ± 0,02		
Velocità di rotazione	Rotazioni/mi	30		
Pressione verticale	Kpa	600		
Diametro del provino	mm	150		
Risultati richiesti				
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14	10 – 14	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3 – 5	3 – 5	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm²			> 0,6
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)	N/mm²			>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>				
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria				

Sulla miscela definita con la pressa giratoria (provini confezionati al 98% della DG ) deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidità (modulo complesso, modulo elastico, ecc.) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa.

METODO MARSHALL		Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità	d/	Base	Binder	Usura
Costipamento	75 colpi x faccia				
Risultati richiesti					
Stabilità Marshall	KN	8	10	11	
Rigidezza Marshall	KN/mm	> 2,5	3-4,5	3-4,5	
Vuoti residui (*)	%	4 - 7	4 - 6	3 - 6	
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15%	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25	
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm²				> 0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm²				> 70
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con DM					

Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di  $\pm 5$  per lo strato di base e di  $\pm 3$  per gli strati di binder ed usura; sono ammessi scostamenti dell'aggregato fino (passante al crivello UNI n. 5)

contenuti in  $\pm 2$ ; scostamenti del passante al setaccio UNI 0,075 mm contenuti in  $\pm 1,5$ .

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25$ .

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate alla stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

#### *Confezionamento delle miscele*

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Nel caso di eventuale impiego di conglomerato riciclato l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato, ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180°C e quella del legante tra 150°C e 170°C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

*Preparazione delle superfici di stesa*

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella sottostante, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 Kg/m<sup>2</sup>.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%
Polarità	CNR 99/84		positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	45±2
Contenuto di	CNR 100/84	%	55±2
Flussante (%)	CNR 100/84	%	1-6
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	2-6
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	dmm	> 70
Punto di rammollimento	CNR 35/73	°C	> 30

Per mano d'attacco si intende una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo), applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia.

Le caratteristiche ed il dosaggio del materiale da impiegare variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica (al 60 % oppure al 65 % di legante), le cui caratteristiche sono riportate nella tabella sottostante, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 Kg/m<sup>2</sup>.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	CNR 99/84		Positiva	positiva
Contenuto di acqua %	CNR 101/84	%	40±2	35±2
Contenuto di	CNR 100/84	%	60±2	65±2
Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 60%	Cationica 65%
Flussante (%)	CNR 100/84	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 8	< 8
Residuo bituminoso				
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	dmm	> 70	> 70

Punto di rammollimento	CNR 35/73	°C	> 40	> 40
------------------------	-----------	----	------	------

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente è suggerito, in particolare per autostrade e strade extraurbane principali, l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate nella seguente tabella, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 Kg/m<sup>2</sup>.

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

<i>Indicatore di qualità</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Modificata 70%</i>
Polarità	CNR 99/84		Positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	30±1
Contenuto di bitume+flussante	CNR 100/84	%	70±1
Flussante (%)	CNR 100/84	%	0
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 5
<i>Residuo bituminoso</i>			
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	dmm	50-70
Punto di rammollimento	CNR 35/73	°C	> 65
Ritorno elastico a 25 °C	EN 13398	%	> 75

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nelle tabelle sopra riportate

Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati ed a produrre copia dello studio prestazionale eseguito con il metodo ASTRA rilasciato dal produttore.

#### *Posa in opera delle miscele*

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Per lo strato di usura può essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15t.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 Kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

#### Pietre naturali e marmi

- a) Pietre naturali. - Le pietre naturali da impiegarsi nelle murature e per qualsiasi altro lavoro, dovranno essere a grana compatta e ripulite da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature e scerve di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui saranno soggette, e devono essere efficacemente aderenti alle malte. Saranno, pertanto, assolutamente escluse le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.



Le pietre da taglio oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati, dovranno avere struttura uniforme, essere prive di fenditure, cavità e litoclasti, essere sonore alla percussione e di perfetta lavorabilità.

Il tufo dovrà essere di struttura litoide, compatto ed uniforme, escludendo quello pomicioso e facilmente friabile.

L'ardesia in lastre per la copertura dovrà essere di prima scelta e di spessore uniforme; le lastre dovranno essere sonore, di superficie piuttosto rugosa, ed esenti da inclusioni e venature.

- b) Pietra da taglio - La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:

- a grana grossa, se lavorata semplicemente con la punta grossa senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne spigoli netti;
- a grana ordinaria, se le facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi;
- a grana mezza fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani;
- a grana fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti finissimi.

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati per modo che il giunto fra concio e concio non superi la larghezza di 5 mm per la pietra a grana ordinaria e di 3 mm per le altre.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di congiunzione dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né stuccature in mastice o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata e l'Impresa dovrà sostituirla immediatamente, anche se le scheggiature o gli ammacchi si verificassero dopo il momento della posa in opera fino al momento del collaudo.

- c) Marmi - I marmi dovranno essere della migliore qualità, perfettamente sani, senza scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi, peli o altri difetti che ne infirmino l'omogeneità e la solidità. Non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture, scheggiature. I marmi colorati devono presentare in tutti i pezzi le precise tinte e venature caratteristiche della specie prescelta.

Le opere in marmo dovranno avere quella perfetta lavorazione che è richiesta dall'opera stessa, con congiunzioni senza risalti e piani perfetti.

Salvo contraria disposizione, i marmi dovranno essere, di norma, lavorati in tutte le facce viste a pelle liscia, arrotate e pomiciate. Potranno essere richiesti, quando la loro venatura si presti, con la superficie vista a spartito geometrico, a macchina aperta, a libro o comunque ciocata.

### Pietre artificiali

La pietra artificiale, ad imitazione della pietra naturale, sarà costituita da conglomerato cementizio, formato con cementi adatti, sabbia silicea, ghiaio scelto sottile lavato, e graniglia della stessa pietra naturale che s'intende imitare. Il conglomerato così formato sarà gettato entro apposite casseforme, costipandolo poi mediante battitura a mano o pressione meccanica.

Il nucleo sarà dosato con almeno 3,5 q di cemento Portland per ogni m<sup>3</sup> di impasto e con almeno 4 q quando si tratti di elementi sottili, capitelli, targhe e simili. Le superfici in vista, che dovranno essere gettate contemporaneamente al nucleo interno, saranno costituite, per uno spessore di almeno 2 cm, da impasto più ricco formato da cemento bianco, graniglia di marmo, terre colorate e polvere della pietra naturale che si deve imitare.

Le stesse superfici saranno lavorate, dopo completo indurimento, in modo da presentare struttura identica per apparenza della grana, tinta e lavorazione, alla pietra naturale imitata. Inoltre la parte superficiale sarà gettata con dimensioni sovrabbondanti rispetto a quelle definitive; queste

ultime saranno poi ricavate asportando materia per mezzo di utensili da scalpello, essendo vietate in modo assoluto le stuccature, le tassellature ed in generale le aggiunte del materiale.

I getti saranno opportunamente armati con tondini di ferro e lo schema dell'armatura dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.

Per la posa in opera dei getti sopra descritti valgono le stesse prescrizioni indicate per i marmi.

La dosatura e la stagionatura degli elementi di pietra artificiale devono essere tali che il conglomerato soddisfi le seguenti condizioni:

- inalterabilità agli agenti atmosferici;
- resistenza alla rottura per schiacciamento superiore a 300 kg/cm<sup>2</sup> dopo 28 giorni;
- le sostanze coloranti adoperate nella miscela non dovranno agire chimicamente sui cementi sia con azione immediata, sia con azione lenta e differita; non conterranno quindi né acidi, né anilina, né gesso; non daranno aumento di volume durante la presa né successiva sfioritura e saranno resistenti alla luce.

La pietra artificiale, da gettare sul posto come paramento di ossature grezze, sarà formata da rinzafo ed arricciature in malta cementizia, e successivo strato di malta di cemento, con colori e graniglia della stessa pietra naturale da imitare.

Quando tale strato deve essere sagomato per formare cornici, oltre che a soddisfare tutti i requisiti sopra indicati, dovrà essere confezionato ed armato nel modo più idoneo per raggiungere la perfetta adesione alle murature sottostanti, che saranno state in precedenza debitamente preparate, terse e lavate abbondantemente dopo profonde incisioni dei giunti con apposito ferro.

Le facce viste saranno ricavate dallo strato esterno a graniglia, mediante i soli utensili di scalpello o marmista, vietandosi in modo assoluto ogni opera di stuccatura, riportati, ecc.

#### Materiali ferrosi e metalli vari

I materiali ferrosi dovranno presentare caratteristiche di ottima qualità essere privi di difetti, scorie, slabbrature, soffiature, ammaccature, soffiature, bruciature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili; devono inoltre essere in stato di ottima conservazione e privi di ruggine. Sottoposti ad analisi chimica devono risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica deve essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.

I materiali destinati ad essere inseriti in altre strutture o che dovranno poi essere verniciati, devono pervenire in cantiere protetti da una mano di antiruggine.

Si dovrà tener conto della legge 5 novembre 1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a strutture metalliche" e del D.M. 14 settembre 2005 - "Norme tecniche per le costruzioni".

Essi dovranno presentare, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

- Ferro - Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, saldature e di altre soluzioni di continuità. L'uso del ferro tondo per cemento armato, sul quale prima dell'impiego si fosse formato uno strato di ruggine, deve essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori.
- Acciaio trafilato o dolce laminato - Per la prima varietà è richiesta perfetta malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, tali da non generare screpolature o alterazioni; esso dovrà essere inoltre saldabile e non suscettibile di prendere la tempera; alla rottura dovrà

presentare struttura lucente e finemente granulare. L'acciaio extra dolce laminato dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di prendere la tempra.

- Acciaio fuso in getto - L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.
- Acciaio da cemento armato normale - In base al D.M. 14 settembre 2005 viene imposto il limite di 16 mm al diametro massimo degli acciai da c.a. forniti in rotoli al fine di evitare l'impiego di barre che, in conseguenza al successivo raddrizzamento, potrebbero presentare un decadimento eccessivo delle caratteristiche meccaniche. Per diametri superiori ne è ammesso l'uso previa autorizzazione del Servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.
- Acciaio da cemento armato precompresso - Le prescrizioni del D.M. 14 settembre 2005 si riferiscono agli acciai per armature da precompressione forniti sotto forma di:
  - Filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;
  - Barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei;
  - Treccia: gruppi di 2 e 3 fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale; passo e senso di avvolgimento dell'elica sono eguali per tutti i fili della treccia;
  - Trefolo: gruppi di fili avvolti ad elica in uno o più strati intorno ad un filo rettilineo disposto secondo l'asse longitudinale dell'insieme e completamente ricoperto dagli strati. Il passo ed il sento di avvolgimento dell'elica sono eguali per tutti i fili di uno stesso strato.

I fili possono essere tondi o di altre forme; vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. Non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pre-tese. Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti; vengono individuate mediante il diametro nominale.

I fili possono essere lisce, ondulati, con impronte, tondi o di altre forme; vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. Non è consentito l'uso di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pre-tese. Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti; vengono individuate mediante il diametro nominale.
- Ghisa - La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; la frattura sarà grigia, finemente granulosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose. I chiusini e le caditoie saranno in ghisa grigia o ghisa sferoidale secondo la norma UNI ISO 1563/98, realizzati secondo norme UNI EN 124/95 di classe adeguata al luogo di utilizzo, in base al seguente schema:

Luogo di utilizzo	Classe	Portata
Per carichi elevati in aree speciali	E 600	† 60
Per strade a circolazione normale	D 400	† 40
Per banchine e parcheggi con presenza di veicoli pesanti	C 250	† 25
Per marciapiedi e parcheggi autovetture 12,5	B 125	†

- Trafilati, profilati, laminati - Devono presentare alle eventuali prove di laboratorio, previste dal Capitolato o richieste dalla Direzione dei Lavori, caratteristiche non inferiori a quelle prescritte dalle norme per la loro accettazione; in particolare il ferro tondo per cemento armato, dei vari tipi ammessi, deve essere fornito con i dati di collaudo del fornitore.

Dalle prove di resistenza a trazione devono ottenersi i seguenti risultati:

- per l'acciaio dolce (ferro omogeneo): carico di rottura per trazione compreso fra 42 e 50 kg/mm<sup>2</sup>, limite di snervamento non inferiore a 23 kg/mm<sup>2</sup>, allungamento di rottura non inferiore al 20 per cento;
- per le legature o staffe di pilastri può impiegarsi acciaio dolce con carico di rottura compreso fra 37 e 45 kg/mm<sup>2</sup> senza fissarne il limite inferiore di snervamento;
- per l'acciaio semiduro: carico di rottura per trazione compreso fra 50 e 60 kg/mm<sup>2</sup>; limite di snervamento non inferiore a 27 kg/mm<sup>2</sup>, allungamento di rottura non inferiore al 16%;
- per l'acciaio duro: carico di rottura per trazione compreso fra 60 e 70 kg/mm<sup>2</sup>, limite di snervamento non inferiore a 31 kg/mm<sup>2</sup>, allungamento di rottura non inferiore al 14%.

Il piombo, lo stagno, il rame e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

### Legnami

I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui alla legislazione ed alle norme UNI vigenti; saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati: dovranno quindi essere di buona qualità, privi di alborno, fessure, spaccature, esenti da nodi profondi o passanti, cipollature, buchi od altri difetti, sufficientemente stagionati tranne che non siano stati essiccati artificialmente, presentare colore e venatura uniforme. Possono essere individuate quattro categorie di legname:

Caratteristiche	1 <sup>a</sup> categoria	2 <sup>a</sup> categoria	3 <sup>a</sup> categoria
Tipo di legname	Assolutamente sano	Sano	Sano
Alterazioni cromatiche	Immune	Lievi	Tollerate
Perforazioni da insetti o funghi	Immune	Immune	Immune
Tasche di resina	Escluse	Max spessore mm 3	
Canastro	Escluso	Escluso	
Cipollature	Escluse	Escluse	Escluse
Lesioni	Escluse	Escluse	Escluse
Fibratura	Regolare	Regolare	Regolare
Deviazione massima delle fibre ri-spetto all'asse longitudinale	1/15 (pari al 6,7%)	1/8 (pari al 12,5%)	1/5 (pari al 20%)
Nodi	Aderenti	Aderenti	Aderenti per almeno 2/3
Diametro	Max 1/5 della di- mensione minima di sezione e ( max cm	Max 1/3 della di- mensione minima di sezione ( max cm 7)	Max 1/2 della di- mensione minima di sezione

	5)		
Frequenza dei nodi in cm 15 di lunghezza della zona più nodosa	La somma dei diametri dei vari nodi non deve superare i 2/5 della larghezza di sezione	La somma dei diametri dei vari nodi non deve oltrepassare i 2/3 della larghezza di sezione	La somma dei diametri dei vari nodi non deve oltrepassare i $\frac{3}{4}$ della larghezza di sezione
Fessurazioni alle estremità	Assenti	Lievi	Tollerate
Smussi nel caso di segati a spigolo vivo	Assenti	Max 1/20 della dimensione affetta	Max 1/10 della dimensione affetta

Nella 4<sup>a</sup> categoria (da non potersi ammettere per costruzioni permanenti) rientrano legnami con tolleranza di guasti, difetti, alterazioni e smussi superanti i limiti della 3<sup>a</sup> categoria.

I legnami destinati alla costruzione degli infissi dovranno essere di prima scelta, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta, e priva di spaccature sia in senso radiale che circolare.

Il tavolame dovrà essere ricavato dai tronchi più dritti, affinché le fibre non risultino tagliate dalla sega.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in nessun punto del palo. Dovranno inoltre essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza tra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

I legnami si misurano per cubatura effettiva; per le antenne tonde si assume il diametro o la sezione a metà altezza; per le sottomisure coniche si assume la larghezza della tavola nel suo punto di mezzo.

Il legname, salvo diversa prescrizione, deve essere nuovo, nelle dimensioni richieste o prescritte.

Per quanto riguarda la resistenza al fuoco si fa riferimento alla norma UNI 9504/89 "Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi in legno", riferibile sia al legno massiccio che al legno lamellare, trattati e non, articolata in:

- determinazione della velocità di penetrazione della carbonizzazione;
- determinazione della sezione efficace ridotta (sezione resistente calcolata tenendo conto della riduzione dovuta alla carbonizzazione del legno);
- verifica della capacità portante allo stato limite ultimo di collasso nella sezione efficace ridotta più sollecitata secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

#### Colori e vernici

I materiali impiegati nelle opere da pittore dovranno essere sempre della migliore qualità.

- a) Olio di lino cotto - L'olio di lino cotto sarà ben depurato, di colore assai chiaro e perfettamente limpido, di odore forte ed amarissimo al gusto, scevro di adulterazioni con olio minerale, olio di pesce, ecc. Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido e, disteso sopra una lastra di vetro o di metallo, dovrà essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore. Avrà acidità nella misura del 7%, impurità non superiore all'1% ed alla temperatura di 15°C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93.
- b) Acquaragia (essenza di trementina) - Dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole e volatilissima. La sua densità a 15°C sarà di 0,87.
- c) Biacca - La biacca o cerussa (carbonato basico di piombo) deve essere pura, senza miscele di sorta e priva di qualsiasi traccia di solfato di bario.
- d) Bianco di zinco - Il bianco di zinco dovrà essere in polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco e non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più dell'1% di altre impurità; l'umidità non deve superare il 3%.
- e) Latte di calce - Il latte di calce sarà preparato con calce grassa, perfettamente bianca, spenta per immersione. Vi si potrà aggiungere la quantità di nerofumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra.
- f) Colori all'acqua, a colla o ad olio - Le terre coloranti destinate alle tinte all'acqua, a colla o ad olio, saranno finemente macinate e prive di sostanze eterogenee e dovranno venire perfettamente incorporate nell'acqua, nelle colle e negli oli, ma non per infusione. Potranno essere richieste in qualunque tonalità esistente.
- g) Vernici - Le vernici che si impiegheranno per gli interni saranno a base di essenza di trementina e gomme pure e di qualità scelta; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante. È escluso l'impiego di gomme prodotte da distillazione. Le vernici speciali eventualmente prescritte dalla Direzione dei Lavori dovranno essere fornite nei loro recipienti originali chiusi.
- h) Encaustici - Gli encaustici potranno essere all'acqua o all'essenza, secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori. La cera gialla dovrà risultare perfettamente disciolta, a seconda dell'encaustico adottato, o nell'acqua calda alla quale sarà aggiunto sale di tartaro, o nell'essenza di trementina.

#### Materiali diversi

- a) Asfalto naturale - L'asfalto sarà naturale e proverrà dalle miniere migliori. Sarà in pani, compatto, omogeneo, privo di catrame proveniente da distillazione del carbon fossile, ed il suo peso specifico varierà fra i limiti di 1104 a 1205 kg.
- b) Bitume asfaltico - Il bitume asfaltico proverrà dalla distillazione di rocce di asfalto naturale. Sarà molle, assai scorrevole, di colore nero e scevro dell'odore proprio del catrame minerale proveniente dalla distillazione del carbonfossile e del catrame vegetale.
- c) Mastice di rocce asfaltiche e mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colorati - I bitumi da spalmatura impiegati avranno di norma le caratteristiche seguenti o altre qualitativamente equivalenti:

Tipo	Indice di penetrazione	Penetrazione a 25° C	Punto di rammollimento	Punto d'infiammabilità (Cleveland)	Solubilità in cloruro di carbonio	Volatilità a 136°C per 5 ore	Penetrazione a 25°C del residuo della prova di volatilità
		dmm.	°C	°C	%	%	% del bitume originario

	(minimo)	(minimo)	(minimo)	(minimo)	(minimo)	(minimo)	(minimo)
0	0	40	55	230	99,5	0,3	75
15	+1,5	35	65	230	99,5	0,3	75
25	+2,5	20	80	230	99,5	0,3	75

Le eventuali verifiche e prove saranno eseguite con i criteri e le norme vigenti tenendo presenti le risultanze accertate in materia da organi specializzati ed in particolare dall'UNI.

- d) Cartefeltro - Questi materiali avranno di norma le caratteristiche seguenti od altre qualitativamente equivalenti.

Tipo	Peso a m <sup>2</sup>  G	Contenuto di:		Residuo ceneri  %	Umidità  %	Potere di assorbimento in olio di antracene  %	Carico di rottura a trazione in senso longitudinale su striscia di 15 x 180 mm <sup>2</sup> /kg
		Lana %	Cotone, juta e fibre tessili %				
224	224-12	10	55	10	9	160	2,800
333	333-16	12	55	10	9	160	4,000
450	450-25	15	55	10	9	160	4,700

Le eventuali verifiche e prove saranno eseguite con i criteri e secondo le norme vigenti, tenendo presenti le risultanze accertate in materia da organi competenti ed in particolare dall'UNI.

- e) Cartonfeltro bitumato cilindrato - È costituito da cartafeltro impregnata a saturazione di bitume in bagno a temperatura controllata. Esso avrà di norma le caratteristiche seguenti od altre qualitativamente equivalenti:

Tipo	Caratteristiche dei componenti		Peso a m <sup>2</sup> del cartonfeltro (g)
	Cartonfeltro tipo	Contenuto solubile in solfuro di carbonio (g/m <sup>2</sup> )	
224	224	233	450
333	333	348	670
450	450	467	900

Questi cartonfeltri debbono risultare asciutti, uniformemente impregnati di bitume, presentare superficie piana, senza nodi, tagli, buchi od altre irregolarità ed essere di colore nero opaco. Per le eventuali prove saranno seguite le norme vigenti e le risultanze accertate da organi competenti in materia come in particolare l'UNI.

- f) Cartonfeltro bitumato ricoperto - È costituito di cartafeltro impregnata a saturazione di bitume, successivamente ricoperta su entrambe le facce di un rivestimento di materiali bituminosi con un velo di materiale minerale finemente granulato, come scaglie di mica, sabbia finissima, talco, ecc. Esso avrà di norma le caratteristiche seguenti od altre qualitativamente equivalenti:

Tipo	Caratteristiche dei componenti		Peso a m <sup>2</sup> del cartonfeltro (g)
	Cartonfeltro tipo	Contenuto solubile in solfuro di carbonio (g/m <sup>2</sup> )	
224	224	660	1100
333	333	875	1420
450	450	1200	1850

La cartafeltro impiegata deve risultare uniformemente impregnata di bitume; lo strato di rivestimento bituminoso deve avere spessore uniforme ed essere privo di bolle; il velo di protezione deve inoltre rimanere in superficie ed essere facilmente asportabile; le superfici debbono essere piane, lisce, prive di tagli, buchi ed altre irregolarità. Le eventuali verifiche e prove saranno eseguite con i criteri e secondo le norme vigenti, tenendo presenti le risultanze accertate da organi competenti in materia ed in particolare dall'UNI.

- g) Vetri e cristalli - I vetri e cristalli dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un sol pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori, molto trasparenti, privi di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e di qualsiasi altro difetto.
- h) Materiali ceramici - I prodotti ceramici più comunemente impiegati per apparecchi igienico-sanitari, rivestimento di pareti, tubazioni ecc., dovranno presentare struttura omogenea, superficie perfettamente liscia, non scheggiata e di colore uniforme, con lo smalto privo assolutamente di peli, cavillature, bolle, soffiature o simili difetti.

#### Art. XIV Semilavorati

##### Laterizi

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al D.M. 20 novembre 1987, alla circolare di 4 gennaio 1989 n. 30787 ed alle norme UNI vigenti (da 8941-1-2-3/87 e UNI EN 771-1/05).

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione:

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



Essi devono provenire dalle migliori fornaci, presentare cottura uniforme, essere di pasta compatta, omogenea, priva di noduli e di calcinaroli e non contorti.

Agli effetti delle presenti norme, i materiali laterizi si suddividono in:

- materiali laterizi pieni, quali i mattoni ordinari, i mattoncini comuni e da pavimento, le piastrelle per pavimentazione, ecc.;
- materiali laterizi forati, quali i mattoni con due, quattro, sei, otto fori, le tavelle, i tavelloni, le forme speciali per volterrane, per solai di struttura mista, ecc.;
- materiali laterizi per coperture, quali i coppi e le tegole di varia forma ed i rispettivi pezzi speciali.

I mattoni pieni e semipieni, i mattoni ed i blocchi forati per murature non devono contenere solfati alcalini solubili in quantità tale da dare all'analisi oltre lo 0.5 ‰ di anidride solforica (SO<sub>3</sub>).

I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, salvo diverse proporzioni dipendenti da uso locale, di modello costante e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 140 kg/cm<sup>2</sup>.

I mattoni forati di tipo portante, le volterrane ed i tavelloni (UNI 11128/04) dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno 25 kg/cm<sup>2</sup> di superficie totale presunta.

I mattoni da impiegarsi per l'esecuzione di muratura a faccia vista, dovranno essere di prima scelta e fra i migliori esistenti sul mercato, non dovranno presentare imperfezioni o irregolarità di sorta nelle facce a vista, dovranno essere a spigoli vivi, retti e senza smussatura; dovranno avere colore uniforme per l'intera fornitura.

Adeguate campionatura dei laterizi da impiegarsi dovrà essere sottoposta alla preventiva approvazione della Direzione dei Lavori.

Si computano, a seconda dei tipi, a numero, a metro quadrato, a metro quadrato per centimetro di spessore.

### Cementi

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206-1 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art. 1 lett. c della legge 595 del 26 maggio 1965 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

### Controlli sul cemento

#### Controllo della documentazione:

In cantiere o presso l'impianto di confezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al punto 1.1.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT (Documenti di Trasporto) dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nel Capitolato Speciale di Appalto e nella documentazione o elaborati tecnici specifici.

Nel caso di getti in calcestruzzo per sbarramenti di ritenuta, le disposizioni del presente articolo si applicano assumendo, in luogo dell'Attestato di Conformità CE, una attestazione di conformità all'art. 1 lett. c della legge 595 del 26 maggio 1965 rilasciata dal produttore di cemento.

#### Controllo di accettazione:

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere nel caso che il calcestruzzo sia prodotto da impianto di confezionamento installato nel cantiere stesso.

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN196-7.

L'impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; è obbligatorio che il campionamento sia effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento.

Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5000 tonnellate di cemento consegnato.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio Ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 scelto dalla Direzione Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove.

#### Aggiunte

Per le aggiunte di tipo I si farà riferimento alla norma UNI EN 12620.

Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 e alla UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la Direzione Lavori ne faccia richiesta.

#### Ceneri volanti

Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k per le ceneri conformi alla UNI EN 450, definito al punto 5.2.5.2 della UNI EN 206-1, verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104, qui di seguito riportato per comodità.

Tabella 1.1 – VALORI DEL COEFFICIENTE K PER CENERI VOLANTI CONFORMI ALLA NORMA UNI EN 450 (PROSPETTO 3, UNI 11104)

Tipo di cemento	Classi di resistenza	Valori di k
CEM I	32,5 N, R	0,2
CEM I	42,5 N, R 52,5 N, R	0,4
CEM IIA	32,5 N, R 42,5 N, R	0,2
CEM IIIA	32,5 N, R 42,5 N, R	0,2
CEM IVA	32,5 N, R 42,5 N, R	0,2
CEM VA	32,5 N, R 42,5 N, R	0,2

### Fumo di silice

I fumi di silice provenienti dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro-silicio, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 13263 parte 1 e 2 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.

Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), come sospensione liquida ("slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice e additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente (paragrafo 2.3).

In deroga a quanto riportato al punto 5.2.5.2.3 della norma UNI EN 206-1 la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del rapporto acqua/cemento equivalente e del contenuto di cemento deve soddisfare il requisito:

- fumo di silice  $\leq 7\%$  rispetto alla massa di cemento.

Se la quantità di fumi di silice che viene utilizzata è maggiore, l'eccesso non deve essere considerato agli effetti del concetto del valore k.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k verrà desunto dal prospetto seguente che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi impiegando esclusivamente con cementi tipo I e CEM II-A di classe 42,5 e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:

- per un rapporto acqua/cemento prescritto  $\leq 0,45$   $k = 2,0$
- per un rapporto acqua/cemento prescritto  $> 0,45$   $k = 2,0$  eccetto  $k = 1,0$  per le classi di esposizione XC e XF

La quantità (cemento +  $k \times$  quantità fumo di silice) non deve essere minore del dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade.

L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopramenzionati è subordinato all'approvazione preliminare della Direzione Lavori.

### Aggregati

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. n. 246/1993 e successivi decreti attuativi.

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m<sup>3</sup>. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità specificati nel paragrafo 2.8. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 kg/m<sup>3</sup>. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600 kg/m<sup>3</sup>.

- Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:
- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO<sub>3</sub> da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0,2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS 0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0,1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

#### Aggregati di riciclo

In attesa di specifiche normative sugli aggregati di riciclo è consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella che segue, a condizione che il calcestruzzo possieda i requisiti reologici, meccanici e di durabilità di cui al paragrafo 2.3. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica saranno effettuate secondo i prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma UNI EN 12620; per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tabella 1.2 – PERCENTUALI DI IMPIEGO DI AGGREGATI DI RICICLO (D.M. 14.9.2005)

Origine del materiale da riciclo	Rck [MPa]	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	< 15	fino al 100% ≤ 30%
Demolizioni di solo cls e c.a.	≤ 35 ≤ 25	fino al 60%
Riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati	≤ 55	fino al 5%

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, occorrerà fare specifico riferimento alla UNI 8520 parti 1 e 2.

#### Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

#### Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. È onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati.

Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.

Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5 °C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206-1 e UNI 11104.

Di seguito viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione.

Tabella 1.3 – CLASSI DI ADDITIVO IN FUNZIONE DELLE CLASSI DI ESPOSIZIONE

	<b>Rck min</b>	<b>a/c max</b>	<b>WR/SF*</b>	<b>AE*</b>	<b>HE*</b>	<b>SRA*</b>	<b>IC*</b>
X0	15	0,60					
XC1-XC2	30	0,60	X				
XF1	40	0,50	X		X	X	
XF2	30	0,50	X	X	X	X	X
XF3	30	0,50	X	X	X	X	
XF4	35	0,45	X	X	X	X	X
XA1							
XC3	35	0,55	X			X	X
XD1							
XS1							
XC4							
XA2	40	0,50	X			X	X
XD2							
XS2							
XS3	45	0,45	X			X	X
XA3							
XD3							

\* WR/SF: fluidificanti/superfluidificanti; AE: Aeranti; HE: Acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali); SRA: additivi riduttori di ritiro; IC: inibitori di corrosione.

### Acciaio

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 50 \text{ mm}$ ), rotoli tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ );
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri  $\leq 16 \text{ mm}$  per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C.

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.14.9.2005, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

### Requisiti

#### Saldabilità e composizione chimica

La composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nella tabella seguente:

Tabella 1.4 – VALORI MAX DI COMPOSIZIONE CHIMICA SECONDO IL D.M. 14.9.2005

Tipo di analisi	Carbonio <sup>a</sup> %	Zolfo %	Fosforo %	Azoto <sup>b</sup> %	Rame %	Carbonio equivalente <sup>a</sup> %
Analisi su colata	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Analisi su prodotto	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52
<b>a</b> = è permesso superare il valore massimo di carbonio per massa nel caso in cui il valore equivalente del carbonio venga diminuito dello 0,02% per massa. <b>b</b> = Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.						

### Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005).

Tabella 1.5 – PROPRIETÀ MECCANICHE SECONDO IL D.M. 14.9.2005

Proprietà	Valore caratteristico
$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 450 \alpha$
$f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 540 \alpha$
$f_t/f_y$	$\geq 1,13 \beta$ $\leq 1,35 \beta$
Agt (%)	$\geq 7,0 \beta$
$f_y/f_{y,nom}$	$\leq 1,25 \beta$
$\alpha$ valore caratteristico con $p = 0,95$ $\beta$ valore caratteristico con $p = 0,90$	

In aggiunta a quanto sopra riportato si possono richiedere le seguenti caratteristiche aggiuntive Tipo SISMIC.

Tabella 1.6 – PROPRIETÀ AGGIUNTIVE

Proprietà	Requisito
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico**	3 cicli/sec (deformazione 1,5 ÷ 4%)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico	D.Lgs. 241/2000
* = in campo elastico	
** = in campo plastico	

### Prova di piega e raddrizzamento

In accordo con quanto specificato nel D.M. 14.9.2005, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti.

Tabella 1.7 – DIAMETRI DEL MANDRINO AMMESSI PER LA PROVA DI PIEGA E RADDRIZZAMENTO

Diametro nominale (d) mm	Diametro massimo del mandrino
$\emptyset < 12$	4 d
$12 \leq \emptyset \leq 16$	5 d
$16 < \emptyset \leq 25$	8 d
$25 < \emptyset \leq 50$	10 d

#### Resistenza a fatica in campo elastico

Le proprietà di resistenza a fatica garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni ripetute nel tempo.

La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630.

Il valore della tensione  $\sigma_{max}$  sarà 270 N/mm<sup>2</sup> (0,6  $f_{y,nom}$ ). L'intervallo delle tensioni  $2\sigma$  deve essere pari a 150 N/mm<sup>2</sup> per le barre dritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm<sup>2</sup> per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a  $2 \times 10^6$ .

#### Resistenza a carico ciclico in campo plastico

Le proprietà di resistenza a carico ciclico garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni particolarmente gravose o eventi straordinari (es. urti, sisma ecc.).

La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3 Hz e con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione massima di trazione e compressione seguente:

Tabella 1.8 – PROVA CARICO CICLICO IN RELAZIONE AL DIAMETRO

Diametro nominale (mm)	Lunghezza libera	Deformazione (%)
$d \leq 16$	5 d	$\pm 4$
$16 < d < 25$	10 d	$\pm 2,5$
$25 \leq d$	15 d	$\pm 1,5$

La prova è superata se non avviene la rottura totale o parziale del campione causata da fessurazioni sulla sezione trasversale visibili ad occhio nudo.

#### Diametri e sezioni equivalenti

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 14.9.2005.

Tabella 1.9 – DIAMETRI NOMINALI E TOLLERANZE

Diametro nominale (mm)	Tolleranza in % sulla sezione
Da 6 a $\leq 8$	$\pm 6$
Da $> 8$ a $\leq 50$	$\pm 4,5$

#### Aderenza e geometria superficiale

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 14.9.2005.

L'indice di aderenza  $I_r$  deve essere misurato in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.2.2.10.4 del D.M. 14.9.2005. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086).



Tabella 1.10 – VALORI DELL'INDICE IR IN FUNZIONE DEL DIAMETRO

Diametro nominale (mm)	Ir
$5 \leq \varnothing \leq 6$	$\geq 0,048$
$6 < \varnothing \leq 8$	$\geq 0,055$
$8 < \varnothing \leq 12$	$\geq 0,060$
$\varnothing > 12$	$\geq 0,065$

Controlli sull'acciaioControllo della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel D.M. 14.9.2005 al punto 11.2.1 e controllati con le modalità riportate nei punti 11.2.2.10 e 11.2.3.5 del citato decreto.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dell'“Attestato di Qualificazione” rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Per i prodotti provenienti dai Centri di Trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal D.M. 14.9.2005.

Inoltre può essere richiesta la seguente documentazione aggiuntiva:

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (può essere inserito nel certificato di collaudo tipo 3.1);
- polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli “Attestati di Qualificazione” dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato; in particolare dovrà provvedere a verificare la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel D.M. 14.9.2005 al punto 11.2.2.10.3.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100 cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta

dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc.).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.2.2.3 di cui al precedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

Tabella 1.11 – VALORI LIMITE PER PROVE ACCIAIO

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 x (1,25 + 0,02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	≥ 5,0%	Per acciai laminati a caldo
Rottura/snervamento	$1,11 < f_t/f_y < 1,37$	Per acciai laminati a caldo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	Per tutti

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, 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 caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 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 di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico 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.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100 x □ 100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di

snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un Centro di Trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli descritti in precedenza. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

#### Lavorazioni in cantiere - Raggi minimi di curvatura

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

Tabella 1.12 – DIAMETRI AMMISSIBILI DEI MANDRINI PER BARRE PIEGATE

<b>Diametro barra</b>	<b>Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci</b>
$\varnothing \leq 16 \text{ mm}$	4 $\varnothing$
$\varnothing > 16 \text{ mm}$	7 $\varnothing$

#### Deposito e conservazione in cantiere

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

#### Le classi di resistenza

Si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14.9.2005. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici ( $f_{ck}$ ) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm ( $R_{ck}$ ).

#### Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai paragrafi 2.4 e 2.5 che seguono. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di 1/4 della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interfero ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

#### Rapporto acqua/cemento

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

( $a_{agg}$ ) = quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie

asciutta);

( $a_{add}$ ) = aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m<sup>3</sup>) o le aggiunte minerali in forma di slurry;

( $a_{gh}$ ) = aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;

( $a_m$ ) = aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{agg} + a_{add} + a_{gh}$$

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/ cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\left( \frac{a}{c} \right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs)}$$

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati sono:

c = dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di cemento;

cv = dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di cenere volante;

fs = dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di fumo di silice;

$K_{cv}$  ;  $K_{fs}$  = coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI EN 206-1 ed UNI 11104 (vedi paragrafi 2.2.1 e 2.2.2).

### Lavorabilità

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo posseda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato nella Tabella 2.1.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni.

La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0,3 m<sup>3</sup> di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI EN 12350-5).

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi ecc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di

tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere.

Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della Direzione Lavori:

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possieda i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla Direzione Lavori che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

#### Acqua di bleeding

L'essudamento di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma UNI 7122.

#### Contenuto d'aria

Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato (con frequenza diversa da stabilirsi con il fornitore del conglomerato) dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro. Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta dovrà essere conforme a quanto indicato nella Tabella 2.1 (in funzione del diametro massimo dell'aggregato e dell'eventuale esposizione alla classe XF: strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti).

#### Prescrizioni per la durabilità

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206-1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe (alle classi) di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato:

- rapporto  $(a/c)_{max}$ ;
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- classe di consistenza;
- aria inglobata o aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- contenuto minimo di cemento;
- tipo di cemento (se necessario);
- classe di contenuto di cloruri calcestruzzo;
- $D_{max}$  dell'aggregato;

- copriferro minimo.

#### Tipi di conglomerato cementizio

Sarà compilata una tabella sull'esempio di quella sottostante (Tabella 2.1), contenente i vari tipi di conglomerato impiegati, le loro caratteristiche prestazionali e la loro destinazione.

Tabella 2.1 – FAC-SIMILE DI TABELLA DA UTILIZZARE PER LA CLASSIFICAZIONE DEI DIVERSI TIPI DI CALCESTRUZZO

Tipo	Campi di impiego	(UNI 11104-prosp.1)	(UNI 11104-prosp. 4)				D <sub>MAX</sub> mm	Classe di consistenza al getto	Tipo di cemento - solo se necessario	Copriferro nominale
		Classi esposizione ambientale	Classe resistenza C (X/Y)	Rapporto a/c max	Contenuto minimo di cemento kg/m <sup>3</sup>	Contenuto di aria (solo per classi XF2, XF3 e XF4)				

Le miscele, se prodotte con un processo industrializzato, di cui meglio si specifica nel paragrafo successivo, non necessitano di alcuna qualifica preliminare, che si richiede invece per conglomerati prodotti senza processo industrializzato.

#### Qualifica del conglomerato cementizio

In accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:

- 1) calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato;
- 2) calcestruzzo prodotto con processo industrializzato.

Il caso 1) si verifica nella produzione limitata di calcestruzzo direttamente effettuata in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati.

In tal caso la produzione deve essere effettuata sotto la diretta vigilanza del Direttore dei Lavori. Il D.M. 14.9.2005 prevede, in questo caso, la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della "Valutazione preliminare della Resistenza" (par. 11.1.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) effettuata sotto la responsabilità dell'appaltatore o committente, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione

dell'opera. La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 (Laboratori Ufficiali).

Nella relazione di prequalifica, nel caso di calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato l'appaltatore dovrà fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documenti sulla marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la norma UNI 8520 parti 13 e 16;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;

- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

Il caso 2) è trattato dal D.M. 14.9.2005 al punto 11.1.8, che definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Di conseguenza in questa fattispecie rientrano, a loro volta, tre tipologie di produzione del calcestruzzo:

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi;
- calcestruzzo prodotto negli stabilimenti di prefabbricazione;
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

In questi casi gli impianti devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Tale sistema di controllo non deve confondersi con l'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale, al quale può affiancarsi.

Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione. A riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche.

Il sistema di controllo di produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione dovrà, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive, verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate dai laboratori ufficiali.

Il programma delle prove di autocontrollo deve essere sviluppato in maniera tale da assicurare il rispetto dei disposti normativi per le numerose miscele prodotte, ma essere nel contempo contenuto in maniera tale da agevolarne l'applicazione, in virtù dell'elevato numero delle miscele prodotte in generale in un impianto di calcestruzzo preconfezionato.

È compito della Direzione Lavori accertarsi che i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere indichino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Ove opportuno, il Direttore dei Lavori potrà richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (es. certificazione della marcatura CE degli aggregati, del cemento ecc.).

#### Posa in opera del calcestruzzo

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della Direzione Lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'impresa appaltatrice. Nel caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali, la confezione dei provini verrà effettuata anche alla presenza dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto.

In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

È proibito eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura esterna scende al di sotto dei +5 °C se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. anche qualora la temperatura ambientale superi i 33 °C.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 cm; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione.

Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo (Tabella 4.1).

Tabella 4.1 – RELAZIONE TRA CLASSE DI CONSISTENZA E TEMPO DI VIBRAZIONE DEL CONGLOMERATO

<b>Classe di consistenza</b>	<b>Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)</b>
S1	25 - 30
S2	20 - 25
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	<i>Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della Direzione Lavori)</i>

Nel caso siano previste riprese di getto sarà obbligo dell'appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.



Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo.

I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature. I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

È obbligo della Direzione Lavori verificare la corretta esecuzione delle operazioni sopra riportate.

#### Tolleranze esecutive

- Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportati di seguito per i vari elementi strutturali:
- Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc.:
- posizionamento rispetto alle coordinate di progetto  $S = \pm 3,0$  cm
- dimensioni in pianta  $S = - 3,0$  cm o  $+ 5,0$  cm
- dimensioni in altezza (superiore)  $S = - 0,5$  cm o  $+ 3,0$  cm
- quota altimetrica estradosso  $S = - 0,5$  cm o  $+ 2,0$  cm
- Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:
- posizionamento rispetto alle coordinate degli allineamenti di progetto  $S = \pm 2,0$  cm
- dimensione in pianta (anche per pila piena)  $S = - 0,5$  cm o  $+ 2,0$  cm
- spessore muri, pareti, pile cave o spalle  $S = - 0,5$  cm o  $+ 2,0$  cm
- quota altimetrica sommità  $S = \pm 1,5$  cm
- verticalità per  $H \leq 600$  cm  $S = \pm 2,0$  cm
- verticalità per  $H > 600$  cm  $S = \pm H/12$
- Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:
- spessore  $S = - 0,5$  cm o  $+ 1,0$  cm
- quota altimetrica estradosso  $S = \pm 1,0$  cm
- Vani, cassette, inserterie:
- posizionamento e dimensione vani e cassette  $S = \pm 1,5$  cm
- posizionamenti inserti (piastre boccole)  $S = \pm 1,0$  cm

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

#### Casseforme

Per tali opere provvisorie l'appaltatore comunicherà preventivamente alla Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

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

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

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

#### Caratteristiche delle casseforme

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di eventuale 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 conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.

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

#### Pulizia e trattamento

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio ecc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui; 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.

#### Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature ecc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti ecc.

#### Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005).

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

#### Getti faccia a vista

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

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.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla Direzione Lavori, saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm, che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

### Stagionatura

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura, che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali.

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, l'appaltatore, previa informazione alla Direzione Lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 7 giorni consecutivi.

Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione, esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla Direzione Lavori.

Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione ecc.) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 7 giorni. Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni. Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50 la maturazione deve essere curata in modo particolare.

### Controlli in corso d'opera

La Direzione 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 di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante (Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14.9.2005, capitolo 11):

- controllo di tipo A;
- controllo di tipo B (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea).

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera" (non prima di aver scaricato almeno 0,3 m<sup>3</sup> di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni (§ 11.1.4 Prelievo dei campioni) e nella norma UNI EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della Direzione Lavori o di un suo incaricato.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un Laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro d pari a 150 mm ed altezza h 300 mm.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0,3 m<sup>3</sup> di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sassola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato.

Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

Per la compattazione del calcestruzzo entro le casseforme è previsto l'uso di uno dei seguenti mezzi:

- pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm;
- barra dritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm;
- vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad 1/4 della più piccola dimensione del provino;
- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz.

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75 mm, ciascuno dei quali accuratamente compattato senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie.

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superfici esterne del cassero.

Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della casseratura.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica o cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla Direzione Lavori al momento del confezionamento dei provini.

L'esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

1. identificazione del campione:

- tipo di calcestruzzo;
- numero di provini effettuati;
- codice del prelievo;
- metodo di compattazione adottato;
- numero del documento di trasporto;
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);

2. identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;

3. data e ora di confezionamento dei provini;

4. la firma della Direzione Lavori. In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali (es. dighe), il verbale di prelievo dovrà riportare anche la firma dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di una superficie orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 ore (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (es. sacchi di juta, tessuto non tessuto...). Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento, dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di  $20 \pm 2$  °C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di  $20 \pm 2$  °C ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si renda necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C, i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di

conservazione dei provini, che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al punto 11.1.5.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005).

#### Controlli supplementari della resistenza a compressione

##### Carotaggi

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la Direzione Lavori lo ritiene opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di  $(h/d) = 1$  o  $= 2$  e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma prEN 13791.

##### Zona di prelievo

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Dovranno essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

- non in prossimità degli spigoli;
- 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);
- evitare le parti sommitali dei getti;
- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

##### Prove di carico

L'appaltatore dovrà fornire ogni supporto utile all'esecuzione delle prove di carico rispettando fedelmente le procedure e le indicazioni fornitegli dal Direttore Lavori e dal Collaudatore. Allo scopo, a suo carico e spese egli dovrà predisporre quanto necessario nel rispetto delle norme che attengono la sicurezza di uomini e cose oltre al rispetto dell'ambiente. Egli, infine, è tenuto ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla Direzione Lavori, dal Collaudatore o dal Progettista.

##### Norme di riferimento

- D.M. 14.9.2005 Norme tecniche per le costruzioni.
- Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato.
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale.
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale ad alta resistenza.
- D.P.R. n. 246/1993 Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione.
- UNI EN 206-1 Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

- UNI 11104 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.
- UNI EN 197-1:2006 Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.
- UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati.
- ISO 9001:2000 Sistema di gestione per la qualità. Requisiti.
- UNI EN 12620 Aggregati per calcestruzzo
- UNI 8520 Parte 1 e 2 Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI EN 12620 – Requisiti.
- UNI EN 1008:2003 Acqua d'impasto per il calcestruzzo.
- UNI EN 934-2 Additivi per calcestruzzo.
- UNI EN 450 Ceneri volanti per calcestruzzo.
- UNI EN 13263 Parte 1 e 2 Fumi di silice per calcestruzzo.
- UNI EN 12350-2 Determinazione dell'abbassamento al cono.
- UNI EN 12350-5 Determinazione dello spandimento alla tavola a Scosse.
- UNI EN 12350-7 Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco.
- UNI 7122 Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata.
- UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4 Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione.
- prEN 13791 Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo (in situ) della struttura in opera.
- UNI EN 12504-1 Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione.
- EN 10080 Ed. maggio 2005 Acciaio per cemento armato.
- UNI EN ISO 15630 -1/2 Acciai per cemento armato: metodi di prova.
- EUROCODICE 2- UNI ENV 1992 Progettazione delle strutture in c.a.
- UNI ENV 13670-1 Execution of concrete structures.
- UNI 8866 Disarmanti.

#### Materiali per carpenteria metallica

##### *Materiali metallici per ancoraggi*

Sia gli inserti che le dime possono essere indifferentemente forniti sia dall'Amministrazione che dall'Appaltatore.

Deve essere cura di quest'ultimo, una volta ricevuti i disegni relativi ai basamenti, accertarsi presso l'Amministrazione, se gli inserti e le eventuali dime devono, oppure no, essere da lui forniti. Le dime in ferro devono essere trattate con una mano di vernice antiossidante.

I tronchi di tubazione da porre in opera per essere annegati nel getto in calcestruzzo prima del getto stesso possono essere realizzati con tubo normale zincato, con tubo in acciaio inossidabile e con tubi in acciaio al carbonio; questi ultimi dovranno pervenire in cantiere dopo essere stati sabbiati e verniciati con vernice speciale antiossidante atta a proteggere le tubazioni durante il periodo di accatastamento in cantiere fino al momento della loro posa in opera; tutti i pezzi dovranno essere contrassegnati mediante punzonature con la sigla assegnata dalle specifiche e

dai disegni costruttivi; i tubi guaina saranno in ferro comune e dovranno ricevere una spalmatura di bitume prima della posa.

I bulloni, le barre filettate facenti parte degli elementi metallici di ancoraggio devono essere ricavate da acciaio FE-42B UNI 5334 o equivalente. La loro costruzione deve avvenire in accordo agli standard allegati, nei tipi indicati dai disegni esecutivi.

*b) Materiali di acciaio comune al carbonio per strutture*

I materiali metallici da impiegarsi per le strutture portanti dovranno rispondere alle caratteristiche di cui allo specifico punto delle Norme tecniche approvate con decreto attuativo della L. 1086/1971.

*Modalità di prova, controllo, collaudo*

*a) Collaudo tecnologico dei materiali*

Ogni volta che i materiali destinati alla costruzione di strutture di acciaio pervengono dagli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Appaltatore darà comunicazione alla Direzione dei lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la destinazione costruttiva e la documentazione di accompagnamento della ferriera costituita da:

- attestato di controllo;
- dichiarazione che il prodotto è "qualificato" secondo le norme vigenti.

La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la Direzione dei lavori deve effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire idonea conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'Appaltatore.

Le prove e le modalità di esecuzione sono quelle prescritte dal D.M. applicativo dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 e successivi aggiornamenti e altri eventuali a seconda del tipo di metallo in esame.

*b) Controlli in corso di lavorazione*

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei lavori.

Alla Direzione dei lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

*c) Prove di carico e collaudo statico*

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali emanati in applicazione della legge 1086/1971.



### Norme di misurazione

Nel prezzo dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture e accessori, per lavorazioni, montature posa in opera, la esecuzione dei necessari fori ed incastri nelle murature e pietre da taglio, le impiombature e suggellature, le malte di cemento, nonché la fornitura del piombo e dell'impiombatura.

In particolare i prezzi dei travi o pilastri in ferro con qualsiasi profilo, valgono anche in caso di eccezionale lunghezza, grandezza o sezione delle stesse ed in caso di tipi per cui occorra una apposita fabbricazione.

Essi compensano, oltre il tiro e trasporto in alto ovvero a discesa in basso, tutte le forature, tagli, lavorazioni ecc. occorrenti per collegare le teste di tutte le travi di solai con tondini, tiranti, avvolgimenti, bulloni, chiodature ecc. e tutte le opere per assicurare le travi al punto di appoggio, ovvero per collegare due o più travi tra loro, ecc. qualsiasi altro lavoro prescritto dal committente per la perfetta riuscita del lavoro e per fare esercitare alle travi la funzione di collegamento dei muri nei quali poggiano.

### Materiali per pavimentazioni

I materiali per pavimentazione, pianelle di argilla, mattonelle o marmette di cemento, mattonelle greificate, lastre e quadrelli di marmo, mattonelle di asfalto, piastrelle in ceramica, dovranno rispondere alla legislazione alle norme UNI vigenti.

- a) Mattonelle, marmette e pietrini di cemento - Le mattonelle, le marmette ed i pietrini di cemento dovranno essere di ottima fabbricazione e resistenti a compressione meccanica, stagionati da almeno tre mesi, ben calibrati, a bordi sani e piani; non dovranno presentare né carie, né peli, né tendenza al distacco tra il sottofondo e lo strato superiore. La colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati ed uniformi.

<b>Tipo di materiale</b>	<b>Spessore complessivo</b>	<b>Spessore strato superficiale</b>	<b>Materiali costituenti lo spessore superficiale</b>
Mattonelle	almeno mm 25	almeno mm 7	cemento colorato
Marmette	almeno mm 25	almeno mm 7	impasto di cemento, sabbia e scaglie di marmo
Pietrini di cemento	almeno mm 30	almeno mm 8	cemento (la superficie sarà liscia, bugnata o scanalata secondo il disegno prescritto)

- b) Pietrini e mattonelle di terracotta greificate - Le mattonelle ed i pietrini saranno di prima scelta, greificati per tutto lo spessore, inattaccabili dagli agenti chimici e meccanici, di forme esattamente regolari, a spigoli vivi ed a superficie piana. Sottoposte ad un esperimento di assorbimento, mediante gocce d'inchiostro, queste non dovranno essere assorbite neanche in minima misura. La forma, il colore e le dimensioni delle mattonelle saranno richieste dalla Direzione dei Lavori.
- c) Graniglia per pavimenti alla veneziana - La graniglia di marmo o di altre pietre idonee dovrà corrispondere, per tipo e granulosità, ai campioni di pavimento prescelti e risultare perfettamente scevra di impurità.
- d) Pezzami per pavimenti a bollettonato. - I pezzami di marmo o di altre pietre idonee dovranno essere costituiti da elementi, dello spessore da 2 a 3 cm, di forma e dimensioni opportune secondo i campioni prescelti.
- e) Linoleum e rivestimenti in plastica. - Dovranno rispondere alle norme vigenti, presentare superficie liscia priva di discontinuità, strisciature, macchie e screpolature.

Lo spessore verrà determinato come media di dieci misurazioni eseguite sui campioni prelevati, impiegando un calibro che dia l'approssimazione di 1/10 di millimetro con piani di posa del diametro di almeno mm 10.

Il peso verrà determinato sopra provini quadrati del lato di cm 50 con pesature che diano l'approssimazione di un grammo.

Tagliando i campioni a 45° nello spessore, la superficie del taglio dovrà risultare uniforme e compatta e dovrà essere garantito un perfetto collegamento fra i vari strati.

Un pezzo di tappeto di forma quadrata di 20 cm di lato dovrà potersi curvare col preparato in fuori sopra un cilindro del diametro 10 x (s+1) mm, dove s rappresenta lo spessore in mm, senza che si formino fenditure e screpolature.

In base alla normativa vigente devono essere sottoposti alle prove di resistenza i materiali appresso indicati:

- Pannelle comuni in argilla.
- Pannelle pressate ed arrotate di argilla.
- Mattonelle di cemento con o senza colorazione, a superficie levigata.
- Mattonelle di cemento con o senza colorazione con superficie striata o con impronta.
- Marmette e mattonelle a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.
- Mattonelle greificate.
- Lastre e quadrelli di marmo o di altre pietre.
- Mattonelle d'asfalto o di altra materia cementata a caldo.

Le condizioni di accettazione sono da determinarsi nei capitolati speciali, a seconda delle applicazioni che devono farsi dei singoli materiali per pavimentazione.

Per i materiali qui appresso indicati sono di regola adottati nei capitolati speciali, nei riguardi delle prove all'urto, alla flessione ed all'usura, i limiti di accettazione rispettivamente indicati per ciascuno dei materiali medesimi.

INDICAZIONE DEL MATERIALE	RESISTENZA		COEFFICIENTE DI USURA AL TRIBOMETRO (m/m)
	ALL'URT O kgm	ALLA FLESSIONE kg/cm <sup>2</sup>	
Pannelle comuni di argilla	0,20	25	15
Pannelle pressate ed arrotate di argilla	0,20	30	15
Mattonelle di cemento a superficie levigata	0,20	30	12
Mattonelle di cemento a superficie striata o con impronta	0,25	30	12
Marmette e mattonelle a mosaico	0,20	40	10
Mattonelle greificate	0,20	50	4
Lastre e quadrelli di marmo o di altra pietra (secondo la qualità della pietra):	-	-	10
- Marmo saccaroide	-	-	6
- Calcare compatto	-	-	4
- Granito	-	-	

Mattonelle di asfalto	0,40	30	15
-----------------------	------	----	----

- f) Piastrelle in ceramica - Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cotto forte, gres, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo la norma UNI EN 87, UNI EN98 e UNI EN 99.

Caratteristiche tecniche

Caratteristiche	Norme Europee		Dati tecnici
Gruppo di appartenenza	UNI EN 87		B I
Assorbimento acqua	UNI EN 99		< 0.03%
Resistenza alla flessione	UNI EN 100		50 N/mm <sup>2</sup>
Durezza della superficie	UNI EN 101		Conforme
Resistenza all'abrasione	UNI EN 154		PEI V
Coefficiente di attrito	BCR 236	Cuoio asciutto	0.5
		Gomma bagnata	0.5
Scivolosità	DIN 51130		R 9
Coefficiente dilatazione termica lineare	UNI EN 103		6.5 MK <sup>-1</sup>
Resistenza dei colori alla luce	DIN 51094		Resiste
Resistenza agli sbalzi termici	UNI EN 104		Resiste
Resistenza alle macchie	UNI EN 122		Classe 1
Resistenza agli acidi e alle basi	UNI EN 122		AA
Resistenza al gelo	UNI EN 201		Resiste
Tolleranze dimensionali . Lunghezza e larghezza . Spessore . Rettilinearità degli spigoli – ortogonalità – planarità	UNI EN 98		□ 0.3% □ 5.0% □ 0.3%

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:

Formatura	Assorbimento d'acqua			
	Gruppo I	Gruppo IIA	Gruppo IIB	Gruppo III
	$E \leq 3\%$	$3\% < E \leq 6\%$	$6\% < E \leq 10\%$	$E > 10\%$
Estruse (A)	UNI EN 121	UNI EN 186	UNI EN 187	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 accettate in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto, ed, 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. 2234, 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 massimo 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, sporcatrice, 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.

- g) Masselli prefabbricati di calcestruzzo vibro-compresso – I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto.

Il massello autobloccante, di tipo carrabile medio o pesante, sarà realizzato in calcestruzzo vibro compresso a doppio strato avrà spessore pari a cm 8. Lo strato di usura del massetto, dovrà essere realizzato con una miscela di quarzi selezionati a granulometria massima 2 mm, al fine di ottenere un manufatto con eccezionali prestazioni di resistenza all'abrasione ed elevato grado di finitura superficiale del massetto con colorazione omogenea e brillante.

Il prodotto dovrà essere testato secondo la NORMA UNI EN 1338 e dovrà presentare, oltre a quelle obbligatorie previste dalla marcature CE, le seguenti caratteristiche minime:

- Resistenza agli agenti climatici: assorbimento d'acqua  $\leq 6,0\%$ ;
- Resistenza caratteristica a trazione indiretta per taglio  $\geq 3,6$  Mpa
- Resistenza all'abrasione  $\leq 20$  mm;
- Resistenza allo scivolamento/slittamento – USRV – soddisfacente.

Al termine delle operazioni di posa la conformità del lavoro ai dettami della regola dell'arte va controllata secondo i seguenti parametri:

- corretto allineamento dei masselli secondo due direzioni ortogonali; considerando comunque che le variazioni dimensionali in produzione e l'andamento delle pendenze non consentono in nessun caso un perfetto allineamento;
- assenza di danneggiamento ai masselli dovuti a cattiva movimentazione degli stessi oppure ad una non idonea procedura di compattazione;
- ottimale sigillatura dei giunti della pavimentazione: nel caso non sia disponibile sabbia essiccata, la sabbia di sigillatura dovrà essere lasciata in misura abbondante sulla pavimentazione e periodicamente ridistribuita a cura della Committenza fino al completo intasamento;
- rispetto dei livelli della pavimentazione finita con le tolleranze di cui alla tabella seguente: in generale, rispetto alle quote di progetto:  $\pm 6$  mm.
- planarità della superficie (controllata con staggia da 3 metri): 10 mm.
- differenza di spessore tra 2 masselli adiacenti: 2 mm.
- in corrispondenza di pozzetti, caditoie, canali di drenaggio:  $+ 6$  mm.

Il cantiere di posa finito dovrà risultare sgombro da tutti i residui di lavorazione, accatastati a cura del posatore in un punto del cantiere allo scopo indicato dalla Committenza per la successiva asportazione.

#### Modalità di prova, controllo, collaudo

Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle pavimentazioni opererà come segue:

a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) verificherà, via via, che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento realizzato. In particolare verificherà: che a confine con le murature vi sia lo spazio di dilatazione prescritto a seconda della tipologia di pavimentazione, e che esso non sia occupato da sporcizia o dal materiale di colo; che siano rispettate le distanze tra giunti di sconnessione; che i colli nei giunti siano opportunamente induriti. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- 1) le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- 2) adesioni fra strati (o quando richiesto l'esistenza di completa separazione);
- 3) tenute all'acqua, all'umidità ove compatibile.

b) A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà. Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili a opera ultimata) e le prescrizioni attinenti alla successiva manutenzione.

#### Tubazioni e canali di gronda

a) Tubazioni in genere - Le tubazioni in genere, del tipo e dimensioni prescritte, dovranno seguire il minimo percorso compatibile col buon funzionamento di esse e con le necessità dell'estetica; dovranno evitare, per quanto possibile, gomiti, bruschi risvolti, giunti e cambiamenti di sezione ed essere collocate in modo da non ingombrare e da essere facilmente ispezionabili, specie in corrispondenza di giunti, sifoni, ecc. Inoltre quelle di scarico dovranno permettere il rapido e completo smaltimento delle materie, senza dar luogo ad ostruzioni, formazioni di depositi ed altri inconvenienti.

Le condutture interrato all'esterno dell'edificio dovranno ricorrere ad una profondità di almeno 1 m sotto il piano stradale; quelle orizzontali nell'interno dell'edificio dovranno per quanto possibile mantenersi distaccate, sia dai muri che dal fondo delle incassature, di 5 cm almeno (evitando di situarle sotto i pavimenti e nei soffitti), ed infine quelle verticali (colonne) anch'esse lungo le pareti, disponendole entro apposite incassature praticate nelle murature, di ampiezza sufficiente per eseguire le giunzioni, ecc., e fissandole con adatti sostegni.

Quando le tubazioni siano soggette a pressione, anche per breve tempo, dovranno essere sottoposte ad una pressione di prova eguale dal 1,5 a 2 volte la pressione di esercizio, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori.

Circa la tenuta, tanto le tubazioni a pressione che quelle a pelo libero dovranno essere provate prima della loro messa in funzione, a cura e spese dell'Impresa, e nel caso che si manifestassero delle perdite, anche di lieve entità, dovranno essere riparate e rese stagne a tutte spese di quest'ultima.

Così pure sarà a carico dell'Impresa la riparazione di qualsiasi perdita od altro difetto che si manifestasse nelle varie tubazioni, pluviali, docce, ecc. anche dopo la loro entrata in esercizio e sino al momento del collaudo, compresa ogni opera di ripristino.

b) Fissaggio delle tubazioni - Tutte le condutture non interrate dovranno essere fissate e sostenute con convenienti staffe, cravatte, mensole, grappe o simili, in numero tale da garantire il loro perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno. Tali sostegni eseguiti di norma con ghisa malleabile, dovranno essere in due pezzi, snodati a cerniera o con fissaggio a vite, in modo da permettere la rapida rimozione del tubo, ed essere posti a distanze non superiori a 1 m.

Le condutture interrate poggeranno, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori, o su baggioli isolati in muratura di mattoni, o su letto costituito da un massetto di calcestruzzo, di gretonato, pietrisco, ecc., che dovrà avere forma tale da ricevere perfettamente la parte inferiore del tubo per almeno 60°, in ogni caso detti sostegni dovranno avere dimensioni tali da garantire il mantenimento delle tubazioni nell'esatta posizione stabilita.

Nel caso in cui i tubi posino su sostegni isolati, il rinterro dovrà essere curato in modo particolare.

- c) Tubi in ghisa - I tubi in ghisa saranno perfetti in ogni loro parte, esenti da ogni difetto di fusione, di spessore uniforme e senza soluzione di continuità. Prima della loro messa in opera, a richiesta della Direzione dei Lavori, saranno incatramati a caldo internamente ed esternamente.
- d) Tubi in acciaio - I tubi in acciaio dovranno essere trafilati e perfettamente calibrati. Quando i tubi di acciaio saranno zincati dovranno presentare una superficie ben pulita e scevra da grumi; lo strato di zinco sarà di spessore uniforme e ben aderente al pezzo, di cui dovrà ricoprire ogni parte.
- e) Tubi in acciaio per scarichi di impianti idrici sanitari, pluviali e fognature - Detti tubi saranno tipo Luck o simili, di acciai laminato a freddo, di apposita qualità, saldato.  
I tubi, a seconda dell'impiego per i quali sono destinati, dovranno essere delle lunghezze maggiormente rispondenti alle normali esigenze applicative ed ai particolari problemi ricorrenti nelle costruzioni edili in genere.  
I tubi dovranno essere smaltati sia internamente che esternamente, con speciale smalto nero, applicato a fuoco, in modo da garantire una sicura resistenza agli agenti atmosferici e da rendere il tubo inattaccabile dalla corrosione di acque nere e liquidi industriali in genere.  
I tubi smaltati a freddo dovranno essere usati esclusivamente per scarichi di acque piovane.
- f) Tubi in ferro - Saranno del tipo "saldato" o "trafilato", a seconda del tipo e importanza della conduttura, con giunti a vite e manicotto, rese stagne con guarnizioni di canapa e mastice di manganese. I pezzi speciali dovranno essere in ghisa malleabile di ottima fabbricazione.  
A richiesta della Direzione dei Lavori le tubazioni in ferro (elementi ordinari e pezzi speciali) dovranno essere provviste di zincatura; i tubi di ferro zincato non dovranno essere lavorati a caldo per evitare la volatilizzazione dello zinco; in ogni caso la protezione dovrà essere ripristinata, sia pure con stagnatura, là dove essa sia venuta meno.
- g) Tubi in grès - I materiali in grès devono essere di vero grès ceramico a struttura omogenea, smaltati internamente ed esternamente con smalto vetroso, non deformati, privi di screpolature, di lavorazione accurata e con innesto a manicotto o bicchiere.  
I tubi saranno cilindrici e diritti tollerandosi, solo eccezionalmente nel senso della lunghezza, curvature con freccia inferiore ad un centesimo della lunghezza di ciascun elemento.  
In ciascun pezzo i manicotti devono essere formati in modo da permettere una buona giunzione nel loro interno, e le estremità opposte saranno lavorate esternamente a scannellatura.  
I pezzi battuti leggermente con un corpo metallico dovranno rispondere con un suono argentino per denotare buona cottura ed assenza di screpolature non apparenti.  
Le giunzioni saranno eseguite con corda di canapa imbevuta di litargirio e compressa a mazzuolo; esse saranno poi stuccate con mastice di bitume o catrame.  
Lo smalto vetroso deve essere liscio specialmente all'interno, aderire perfettamente con la pasta ceramica, essere di durezza non inferiore a quella dell'acciaio ed inattaccabile dagli alcali e dagli acidi concentrati, ad eccezione soltanto del fluoridrico.  
La massa interna deve essere semifusa, omogenea, senza noduli estranei, assolutamente priva di calce, dura, compatta, resistente agli acidi (escluso il fluoridrico) ed agli alcali

impermeabili in modo che un pezzo immerso, perfettamente secco, nell'acqua non ne assorba più del 3,5% in peso. Ogni tubo, provato isolatamente, deve resistere alla pressione interna di almeno tre atmosfere.

- h) Tubi in cemento - I tubi in cemento dovranno essere confezionati con calcestruzzo sufficientemente ricco di cemento, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei, a sezione interna esattamente circolare, di spessore uniforme e scevri da screpolature. Le superfici interne dovranno essere intonacate e lisce. La frattura dei tubi di cemento dovrà essere pure compatta, senza fessure ed uniformi. Il ghiaietto del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta, ed i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

Le giunzioni saranno eseguite distendendo sull'orlo del tubo in opera della pasta di cemento puro, innestando quindi il tubo successivo e sigillando poi tutto attorno, con malta di cemento, in modo da formare un anello di guarnizione.

- i) Tubi in ardesia artificiale - I tubi in ardesia artificiale dovranno possedere un'elevata resistenza alla trazione ed alla flessione congiunta ad una sensibile elasticità, inalterabilità al gelo ed alle intemperie, assoluta impermeabilità all'acqua e resistenza al fuoco, scarsa conducibilità al calore. Dovranno inoltre essere ben stagionati mediante immersione in vasche di acqua per almeno una settimana.

Le giunzioni dovranno essere costituite da una guarnizione formata di anelli di gomma, ovvero calafata di canapa e successivamente colatura di boiaccia semifluida da agglomerato cementizio, completata da una stuccatura di malta plastica dello stesso agglomerante, estesa sino all'orlo del manicotto. Nel caso di condotti di fumo si dovrà invece colare nei giunti malta fluida di terra refrattaria e calce, in luogo della boiaccia di agglomerante.

- j) Tubi di cloruro di polivinile non plastificato - Per i lavori nei quali è previsto l'impiego di tubi di PVC dovrà essere tenuto conto che i materiali forniti oltre a rispondere alle norme UNI vigenti dovranno essere muniti del "Marchio di conformità" rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici.

In materia si fa richiamo al D.M. 12 dicembre 1985 in G.U. n. 61 del 14 marzo 1986 riguardante "Norme tecniche relative alle tubazioni".

- k) Tubi in lega di zinco-rame-titanio, in acciaio inox - Saranno eseguiti, con l'unione "ad aggraffatura" lungo la generatrice e giunzioni a libera dilatazione (sovrapposizione di 5 cm).

- l) Canali di gronda - Potranno essere, in acciaio inox, in lega di zinco-rame-titanio, e dovranno essere posti in opera con le esatte pendenze che verranno prescritte dalla Direzione dei Lavori.

Attorno al perimetro dei fumaio e lungo i muri eventualmente superanti il tetto si protegge l'incontro e si convogliano le acque con una fascia di lamiera zincata o di zinco ripiegata, in modo che la parte verticale formi una fasciatura della parete e la parte orizzontale, terminante a bordo rivoltato in dentro o superiormente, segua l'andamento della falda accompagnando l'acqua sulla copertura inferiore. Le unioni tra le lastre si fanno con saldature di stagno o lega da saldatore.

Uguale protezione viene eseguita nei compluvi, dove le falde si incontrano, provvedendovi con un grosso canale della stessa lamiera fissata lungo la displuviale sopra due regoli di legno (compluvio), il quale deve avere un'ampiezza corrispondente alla massa d'acqua che dovrà ricevere dalle falde e convogliarla fino alla gronda che in quel punto, per evitare il rigurgito, verrà protetta da un frontalino.

I canali di gronda avranno una luce orizzontale e sviluppo in relazione alla massa d'acqua che devono ricevere; verranno sagomati in tondo od a gola con riccio esterno, ovvero a sezione quadrata e rettangolare, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori, e forniti

in opera con le occorrenti unioni o risvolti per seguire la linea di gronda; le gronde vengono sostenute con robuste cicogne in ferro per sostegno, e/o chiodate alle superfici di sostegno in modo che le gronde risultino leggermente inclinate verso i punti in cui immettono nei doccioni di discesa. Questi sono formati dello stesso materiale delle gronde, hanno diametro secondo la massa acqua da raccogliere, e se ne colloca uno ogni 40 - 45 m<sup>2</sup> di falda. Il raccordo del doccione di scarico con la gronda è fatto mediante un gomito, nella cui sommità penetra un pezzo di tubo dello stesso materiale della gronda e dei pluviali lamiera zincata, leggermente conico, chiodato e saldato col suo orlo superiore alla gronda; l'orifizio è munito di reticella metallica per arrestare le materie estranee. I doccioni sono attaccati al muro per mezzo di staffe ad anelli disposte a distanza verticale di circa 2 metri; non è consigliabile incassarli nel muro, per la difficoltà che si incontra per riparare eventuali guasti e perdite, ed il maggiore danno per possibili infiltrazioni, a meno che i tubi di lamiera siano sostituiti da quelli in ghisa o in fibro-cemento o in materia plastica (cloruro di polivinile) estremamente leggera, inattaccabile dagli acidi e molto resistente, di facile posa, senza bisogno di cravatte di supporto, e la cui unione risulti indeformabile. Il tubo di scarico in lamiera zincata non deve appoggiare alla parete perché i sali contenuti nella malta corroderebbero il metallo ossidandolo. Le giunzioni dovranno essere chiodate con ribattini e saldate con saldature a ottone a perfetta tenuta.

Le grondaie in ardesia artificiale saranno poste in opera anch'esse su apposite cicogne in ferro, verniciate come sopra, e assicurate mediante legature in filo di ferro zincato: le giunzioni saranno eseguite con appositi coprigiunti chiodati e saldati con mastici speciali.

Le grondaie in polivinile sono facilmente saldabili fra di loro.

### Intonaci

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo aver rimossa dai giunti delle murature la malta poco aderente, ed avere ripulita e abbondantemente bagnata la superficie della parete stessa.

Gli intonaci, di qualunque specie siano (lisci, a superficie rustica, a bugne, per cornici e quanto altro), non dovranno mai presentare peli, screpolature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, od altri difetti.

Quelli comunque difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature, dovranno essere demoliti e rifatti dall'impresa a sue spese.

La calce da usarsi negli intonaci dovrà essere estinta da almeno tre mesi per evitare scoppiettii, sfioriture e screpolature, verificandosi le quali sarà a carico dell'impresa il fare tutte le riparazioni occorrenti.

Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore ai 15 mm.

Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda degli ordini che in proposito darà la Direzione dei Lavori.

Particolarmente per ciascun tipo d'intonaco si prescrive quanto appresso:

- a) Intonaco grezzo o arricciatura - Predisposte le fasce verticali, sotto regolo di guida, in numero sufficiente, verrà applicato alle murature un primo strato di malta, detto rinzafo, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli. Dopo che questo strato sarà alquanto asciutto, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta che si estenderà con la cazzuola o col frattone stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicché le pareti riescano per quanto possibile regolari.
- b) Intonaco comune o civile - Appena l'intonaco grezzo avrà preso consistenza, si distenderà su di esso un terzo strato di malta fina (40 mm), che si conguaglierà con le fasce di guida per modo che l'intera superficie risulti piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.



- c) Intonaci colorati - Per gli intonaci delle facciate esterne, potrà essere ordinato che alla malta da adoperarsi sopra l'intonaco grezzo siano mischiati i colori che verranno indicati per ciascuna parte delle facciate stesse.  
Per dette facciate potranno venire ordinati anche i graffiti, che si otterranno aggiungendo ad uno strato d'intonaco colorato, come sopra descritto, un secondo strato pure colorato ad altro colore, che poi verrà raschiato, secondo opportuni disegni, fino a far apparire il precedente. Il secondo strato d'intonaco colorato dovrà avere lo spessore di almeno 2 mm.
- d) Intonaco a stucco - Sull'intonaco grezzo sarà sovrapposto uno strato alto almeno 4 mm di malta per stucchi, che verrà spianata con piccolo regolo e governata con la cazzuola così da avere pareti perfettamente piane nelle quali non sarà tollerata la minima imperfezione. Ove lo stucco debba colorarsi, nella malta verranno stemperati i colori prescelti dalla Direzione dei Lavori.
- e) Intonaco a stucco lucido - Verrà preparato con lo stesso procedimento dello stucco semplice; l'abbozzo però deve essere con più diligenza apparecchiato, di uniforme grossezza e privo affatto di fenditure.  
Spianato lo stucco, prima che esso sia asciutto si bagna con acqua in cui sia sciolto del sapone di Genova e quindi si comprime e si tira a lucido con ferri caldi, evitando qualsiasi macchia, la quale sarà sempre da attribuire a cattiva esecuzione del lavoro.  
Terminata l'operazione, si bagna lo stucco con la medesima soluzione saponacea lisciandolo con pannolino.
- f) Intonaco di cemento liscio - L'intonaco a cemento sarà fatto nella stessa guisa di quello di cui sopra alla lettera a) impiegando per rinzafo una malta cementizia. L'ultimo strato dovrà essere tirato liscio col ferro e potrà essere ordinato anche colorato.
- g) Rivestimento in cemento a marmiglia martellinata. - Questo rivestimento sarà formato in conglomerato di cemento nel quale sarà sostituita al pietrisco la marmiglia della qualità, delle dimensioni e del colore che saranno indicati. La superficie in vista sarà lavorata a bugne, a fasce, a riquadri eccetera secondo i disegni e quindi martellinata, ad eccezione di quegli spigoli che la Direzione dei Lavori ordinasse di formare lisci o lavorati a scalpello piatto.
- h) Rabboccature - Le rabboccature che occorressero su muri vecchi o comunque non eseguiti con faccia vista in malta o sui muri a secco, saranno formate con malta.  
Prima dell'applicazione della malta, le connessioni saranno diligentemente ripulite, fino a conveniente profondità, lavate con acqua abbondante e poi riscagliate e profilate con apposito ferro.

#### Materiali da copertura

- a) Pannelli coibentati – Sono costituiti da una lastra di copertura in acciaio zincato a caldo, spessore minimo 0,5 mm, sagomata a forma di tegola e preverniciata con vernice al poliestere accoppiata ad un materassino in polistirene espanso sintetizzato a cellule chiuse, combinato all'origine con polvere di carbonio a struttura molecolare simile alla grafite, densità 25 kg/mc, dotato di speciali canali a sezione costante ricavati in fase di stampaggio che permettono il naturale movimento d'aria dalla gronda verso il colmo.  
Le lastre sopra descritte possono essere di due tipi: semplici o armate. Queste ultime presentano un'armatura di rinforzo all'interno della coibentazione costituita da n. 4 elementi a C di rinforzo preforati e rullati in acciaio zincato a caldo, spessore 8/10, altezza 60 mm.  
Le lastre coibentate devono presentare aspetto uniforme e devono essere prive di ammaccature, squamature, screpolature, cavillature e deformazioni o irregolarità nella sagomatura e nei bordi.

- b) Laterizi - I materiali di copertura in laterizio devono presentare cottura uniforme, essere sani, privi di screpolature, cavillature, deformazioni, corpi eterogenei e calcinaroli che li rendano fragili o comunque difformi dalla norma commerciale: in particolare non devono essere gelivi, né presentare sfioriture e comunque rispondenti alle norme UNI 8626/84 e 8635/84, UNI 9460/89 e UNI EN 1304/05.

Le tegole piane o curve, appoggiate su due regoli posti a 20 mm dai bordi estremi dei due lati più corti, dovranno sopportare sia un carico graduale di 120 kg, concentrato in mezz'ora, sia l'urto di una palla di ghisa del peso di 1 kg cadente dall'altezza di 20 cm. Sotto un carico di 50 mm d'acqua mantenuta per 24 ore le tegole devono risultare impermeabili.

Le tegole marsigliesi in cotto devono avere il foro per le legature.

Le tegole piane e comuni, di qualsiasi tipo siano, dovranno essere di tinta uniforme, esattamente adattabili le une sulle altre senza sbavature, e non presenteranno difetti nel nasello di aggancio. Sono fornite sciolte, reggiate od in contenitori, e vanno computate a numero.

- c) Cemento - Le tegole in cemento devono risultare impermeabili, resistenti alla rottura, resistenti al gelo e colorate in pasta in modo uniforme con coloranti ossidei e con granulati di ardesia, marmo o quarzo e rispondere alle norme UNI 8626/84 - 8635/84 e UNI 9460/89.

- d) Lastre metalliche - Le lastre metalliche devono presentare caratteristiche analoghe a quelle prescritte per i materiali ferrosi; in particolare le lamiere non devono presentare degradi della zincatura protettiva, devono essere prive di ammaccature, squamature ed irregolarità nelle onde e nei bordi.

I materiali da copertura costituiti da lastre metalliche devono rispondere alle norme UNI 8626/84 - 8635/84, UNI EN 14782/06 - 506/02 e 508/02.

Tali materiali si computano a kg.

- e) Plastica - I materiali in plastica devono presentare aspetto uniforme, essere privi di screpolature, cavillature, deformazioni, corpi estranei che li rendano fragili o comunque difformi dalla norma commerciale; in particolare il colore deve essere uniforme e, per le lastre traslucide, non devono esistere ombre e macchie nella trasparenza.

Le norme cui devono rispondere sono le ASTM D570/05-D635/06-D638/03D-D695/02A-D696/03-D790/07, le DIN 4102-B2 e le UNI 8626/84 e 8635/84.

Tali materiali sono forniti sciolti; le lastre si computano a metro quadrato, mentre gli accessori vanno computati a numero.

- f) Lastre di pietra - Sono costituite da lastre di circa m 1 di lato e dello spessore di 3-5 cm, e possono facilmente resistere al peso della neve abbondante e specialmente alla pressione dei venti impetuosi; per queste coperture l'armatura in legname deve essere molto robusta, e in genere disposta grossolanamente alla lombarda impiegando terzere o arcarecci di notevole sezione, almeno 10 x 14 cm, oppure mediante puntoni molto accostati (circa 0,90-1 metri) i quali reggono direttamente le lastre disposte a rombo o a corsi più o meno regolari.

- g) Ardesie naturali o artificiali - Si tratta di lastre relativamente leggere, aventi uno spessore di 4-8 mm, di colore scuro, molto resistenti.

Le ardesie artificiali ad imitazione delle lastre di pietra, sono preparate sotto svariate forme, quadri, rombi, rettangoli di varia dimensione e sono per lo più o piccole (da 0,30 x 0,30 m fino a dimensioni di 1 x 1 metri).

Tali lastre in sono leggere, resistenti al gelo e richiedono una armatura di legname assai leggera, formata normalmente con costoloni di legno da 5 x 16 a 6 x 20 cm a seconda della tesata, collegati dalla piccola orditura e disposti a distanza di 1 m. La piccola orditura, in conformità alle dimensioni delle lastre sarà di listelli o di correntini od anche con tavolato pieno sopra il quale vengono disposte e fissate le ardesie mediante grappette di zinco.

Gli additivi sono sostanze di diversa composizione chimica, in forma di polveri o di soluzioni acquose, classificati secondo la natura delle modificazioni che apportano agli impasti cementizi. La norma UNI EN 934-2/02 classifica gli additivi aventi, come azione principale, quella di:

- fluidificante e superfluidificante di normale utilizzo che sfruttano le proprietà disperdenti e bagnanti di polimeri di origine naturale e sintetica. La loro azione si esplica attraverso meccanismi di tipo elettrostatico e favorisce l'allontanamento delle singole particelle di cemento in fase di incipiente idratazione le une dalle altre, consentendo così una migliore bagnabilità del sistema, a parità di contenuto d'acqua;
- aerante, il cui effetto viene ottenuto mediante l'impiego di particolari tensioattivi di varia natura, come sali di resine di origine naturale, sali idrocarburi solfonati, sali di acidi grassi, sostanze proteiche, ecc. Il processo di funzionamento si basa sull'introduzione di piccole bolle d'aria nell'impasto di calcestruzzo, le quali diventano un tutt'uno con la matrice (gel) che lega tra loro gli aggregati nel conglomerato indurito. La presenza di bolle d'aria favorisce la resistenza del calcestruzzo ai cicli gelo-disgelo;
- ritardante, che agiscono direttamente sul processo di idratazione della pasta cementizia rallentandone l'inizio della presa e dilatando l'intervento di inizio e fine-presa. Sono principalmente costituiti da polimeri derivati dalla lignina opportunamente solfonati, o da sostanze a tenore zuccherino provenienti da residui di lavorazioni agro-alimentari;
- accelerante, costituito principalmente da sali inorganici di varia provenienza (cloruri, fosfati, carbonati, etc.) che ha la proprietà di influenzare i tempi di indurimento della pasta cementizia, favorendo il processo di aggregazione della matrice cementizia mediante un meccanismo di scambio ionico tra tali sostanze ed i silicati idrati in corso di formazione;
- antigelo, che consente di abbassare il punto di congelamento di una soluzione acquosa (nella fattispecie quella dell'acqua d'impasto) e il procedere della reazione di idratazione, pur rallentata nella sua cinetica, anche in condizioni di temperatura inferiori a 0°.

Per ottenere il massimo beneficio, ogni additivazione deve essere prevista ed eseguita con la massima attenzione, seguendo alla lettera le modalità d'uso dei fabbricanti.

## **TITOLO V - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI OPERE EDILI**

### **Art. XV Strutture portanti**

#### **Strutture di fondazione e interrate**

*Questa sezione è dedicata alle opere di fondazione quali plinti e cordoli di collegamento, travi rovesce, pali, paratie e platee. Inoltre, in questa sezione vengono anche inclusi i muri interrati degli edifici o dei parcheggi multipiano.*

Questa tipologia di elementi strutturali è sottoposta in servizio ad un'aggressione relativamente blanda se i terreni con i quali vengono in contatto non contengono sostanze aggressive ed, in particolar modo, solfati e pirite. In questo particolare contesto, infatti, le strutture, non essendo in contatto con l'aria, sono esposte ad un bassissimo rischio di corrosione delle armature promossa dall'ingresso dell'anidride carbonica gassosa presente nell'atmosfera. Questo gas, infatti, in opere quali quelle interrate, in cui le porosità della matrice cementizia sono imbibite di acqua, non è in grado di diffondere nel calcestruzzo con una velocità sufficiente da poterla ritenere ingegneristicamente significativa durante la vita utile della struttura (50 anni). Inoltre, anche l'ossigeno dell'aria, al pari dell'anidride carbonica, è fortemente ostacolato nel processo di penetrazione teso al raggiungimento delle armature.

La conseguenza di questa lentezza del processo di diffusione dei due gas necessari per poter promuovere il processo di corrosione delle armature induce a ritenere che questa problematica risulta trascurabile purché, ovviamente, si provveda a garantire per le armature un sufficiente copriferro e l'assenza di zone interessate da difetti di posa in opera e compattazione quali vespai e nidi di ghiaia.

La norma UNI 11104 inquadra questa tipologia di strutture nella classe di esposizione XC2 per le quali si richiede che il conglomerato possieda una classe di resistenza caratteristica minima C25/30 e un dosaggio di cemento non inferiore a 300 kg/m<sup>3</sup>. Inoltre, in accordo con gli Eurocodici per queste strutture occorrerà prevedere un copriferro di 30 o 40 mm rispettivamente per opere in c.a. o in c.a.p.

Se le strutture di fondazione sono in contatto con terreni contenenti solfati, le prescrizioni di capitolato per il calcestruzzo diventano molto più restrittive per la notoria azione fortemente aggressiva esercitata da queste sostanze nei confronti del conglomerato. Le reazioni chimiche promosse dal solfato, infatti, possono determinare fessurazioni, rigonfiamenti e forti espulsioni di parti consistenti di calcestruzzo.

Per questo motivo, sarebbe sempre opportuno, prima di iniziare la progettazione delle opere di fondazione, richiedere che venga effettuata un'analisi chimica del terreno finalizzata ad accertare la presenza di sostanze aggressive per il calcestruzzo.

In presenza di solfati l'aggressione diventa possibile se il tenore (in termini di SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) risulta superiore a 2000 mg/kg e sarà tanto maggiore quanto più elevata la concentrazione di queste sostanze nel terreno. La norma UNI 11104 in queste situazioni raccomanda l'impiego di calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica variabile da C28/35 a C38/45 per tenori di solfato crescenti da 2000 a 24.000 mg/kg, dosaggi di cemento non inferiori a 320 kg/m<sup>3</sup> e l'impiego di cementi resistenti ai solfati in accordo alla UNI 9156.

Alcune strutture di fondazione possono essere caratterizzate da grandi dimensioni: è il caso, ad esempio, dei plinti di fondazione delle pile da ponte, delle platee di spessore maggiore di 60-80 cm, dei blocchi di fondazione di presse per stampaggio di lamiere o delle turbine negli impianti di produzione dell'energia elettrica.

Per queste strutture caratterizzate da rilevanti volumi di calcestruzzo è fondamentale attenuare i gradienti termici che si instaurano tra le zone centrali del getto e quelle periferiche. Queste ultime,

infatti, per la maggiore dissipazione del calore, rispetto alle zone del “cuore” della struttura, tendono a portarsi in equilibrio con la temperatura ambientale. Per contro, le zone interne, per la bassa diffusività termica del calcestruzzo, sono caratterizzate da condizioni adiabatiche con assenza di calore dissipato e, pertanto, subiscono un forte innalzamento di temperatura.

Per effetto di questi gradienti termici si instaurano nelle strutture degli stati tensionali di trazione che possono determinare la comparsa di dannosi quadri fessurativi sia sulla corteccia che nell'intimo dell'opera. Per queste strutture, quindi, occorre limitare il calore generato dall'idratazione del cemento; ciò può essere fatto utilizzando cementi LH e/o limitando il dosaggio di cemento in accordo alla norma UNI EN 197-1. Unitamente a queste prescrizioni occorre proteggere opportunamente le superfici, casserate e non, del getto mediante pannelli di materiale termoisolante onde limitare i gradienti termici generati dalla differenza di temperatura tra gli strati corticali della struttura e quelli più interni al getto stesso.

a) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di fondazione e muri interrati a contatto con terreni non aggressivi

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di fondazione in classe di esposizione XC2 (UNI 11104),  $R_{ck}$  30 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 mm  $\pm$  30 mm,  $D_{max}$  32 mm, CI 0,4*

Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nel presente paragrafo sono rivolte alle strutture di fondazione e ai muri interrati in contatto con terreni non aggressivi e attengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005). Le prescrizioni di capitolato, inoltre, sono rivolte a plinti di piccole dimensioni (altezza non superiore a 1,5 m, a platee di fondazione e muri di spessore non superiore a 60-80 cm).

Avvertenze

Prima di procedere all'utilizzo della presente prescrizione di capitolato è opportuno eseguire un'analisi chimica del terreno tesa ad accertare la eventuale presenza di solfati. Questa esigenza diventa stringente soprattutto quando si debbono fondare opere su terreni agricoli (o nelle vicinanze) in quanto la probabilità che i solfati siano presenti risulta elevata a causa dell'utilizzo dei fertilizzanti (ad esempio, a base di solfato d'ammonio). Nel caso venisse accertata dall'analisi la presenza di solfato in misura superiore a 2000 mg/kg (come SO<sub>42-</sub>), utilizzare le prescrizioni di capitolato riportate nel capitolo “Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di fondazione in terreni aggressivi”.

Per le opere di fondazione di grandi dimensioni utilizzare le prescrizioni di capitolato riportate nel paragrafo “Calcestruzzo destinato a strutture di fondazione massive”.

Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC2

B3) Rapporto a/c max: 0,60

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(25/30)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 300 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 2,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto S4/S5 oppure slump di riferimento  $23 \pm 3$  cm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 30 mm (40 per opere in c.a.p.). Per getti controterra su terreno preparato: copriferro minimo 40 mm. Per getti controterra su terreno non preparato: copriferro minimo 70 mm

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera ( $R_{ck}$  minima in opera valutata su carote  $h/d = 1$ ):  $C(x/y)_{opera} > 0,85$   $C(x/y) \geq 25,5$  N/mm<sup>2</sup>

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione $1,5 \div 4\%$ )
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

b) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di fondazione<sup>2</sup> e muri interrati a contatto con terreni aggressivi contenenti solfati

- 1) Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di fondazione in terreni debolmente aggressivi con un tenore di solfati compreso tra 2000 e 3000 mg/kg, in classe di esposizione XC2-XA1 (UNI 11104),  $R_{ck}$  35 N/mm<sup>2</sup>, cemento MRS a moderata resistenza ai solfati in accordo alla UNI 9156, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm,  $D_{max}$  32 mm, CI 0,4.
- 2) Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di fondazione in terreni mediamente aggressivi con un tenore di solfati compreso tra 3000 e 12.000 mg/kg, in classe di esposizione XC2-XA2 (UNI 11104),  $R_{ck}$  40 N/mm<sup>2</sup>, cemento ARS ad alta resistenza ai solfati in accordo alla UNI 9156, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm,  $D_{max}$  32 mm, CI 0,4.
- 3) Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di fondazione in terreni fortemente aggressivi con un tenore di solfati compreso tra 12.000 e 24.000 mg/kg, in classe di esposizione XC2-XA3 (UNI 11104),  $R_{ck}$  45 N/mm<sup>2</sup>, cemento AARS ad altissima resistenza ai solfati in accordo alla UNI 9156, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm,  $D_{max}$  32 mm, CI 0,4.

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente paragrafo sono rivolte alle strutture di fondazione e ai muri interrati in contatto con terreni aggressivi contenenti solfati in misura compresa tra 2000 mg/kg e 24.000 mg/kg e attengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005). Per le strutture con un tenore di solfati superiore a 24.000 mg/kg oltre alle prescrizioni contenute nel presente capitolo e relative al calcestruzzo occorrerà ricorrere all'impiego di rivestimenti protettivi impermeabili intrinsecamente resistenti al solfato (ad esempio, a base di sistemi epossidici). Le prescrizioni di capitolato contenute nel presente capitolo valgono sia per opere esposte a climi temperati che rigidi. Per le strutture interrate in clima rigido, infatti, grazie all'inerzia termica del terreno si debbono escludere fenomeni degradanti per effetto dei cicli di gelo-disgelo caratteristico delle strutture aeree che operano in questo contesto climatico. Le prescrizioni di capitolato, inoltre, sono rivolte a plinti di piccole dimensioni (altezza non superiore a 1,5 m, a platee di fondazione e muri di spessore non superiore a 60-80 cm).

Se le strutture oltre ad operare in terreni inquinati da solfati dovessero risultare anche di grandi dimensioni, le prescrizioni contenute nel presente paragrafo debbono essere integrate con quelle citate relativamente allo sviluppo di calore di idratazione unitario del cemento e al dosaggio massimo di cemento nell'impasto al fine di limitare

la nascita di gradienti termici nel getto. L'integrazione delle prescrizioni per queste strutture, infine, deve riguardare anche la protezione delle superfici casserate e non con l'impiego di materassini coibenti.

#### Avvertenze

Prima di procedere all'utilizzo della presente prescrizione di capitolato eseguire un'analisi chimica del terreno tesa ad accertare la concentrazione di solfati nel terreno.

Questa esigenza diventa stringente soprattutto quando si debbono fondare opere su terreni agricoli (o nelle vicinanze), in quanto la probabilità che i solfati siano presenti risulta elevata a causa dell'utilizzo dei fertilizzanti (ad esempio, a base di solfato d'ammonio), o in zone del Paese notoriamente ricche di queste sostanze (ad esempio, in Carnia). Nel caso venisse accertata dall'analisi la presenza di solfato in misura inferiore a 2000 mg/kg (come SO<sub>42-</sub>), utilizzare le

prescrizioni di capitolato riportate nel capitolo “Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di fondazione in terreni non aggressivi”.

Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2.

Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Tipo di cemento conforme alla norma UNI EN 197-1:

Concentrazione di solfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) nel terreno (mg/kg)	Tipo di cemento (UNI 9156)
2000-3000	MRS
3000-12.000	ARS
12.000-24.000	AARS

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2-B5) Classi di esposizione ambientale, rapporto a/c massimo, classe di resistenza a compressione minima e dosaggio minimo di cemento in accordo alla seguente tabella in funzione della concentrazione di solfato nel terreno:

Classe di esposizione	Concentrazione di solfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) nel terreno (mg/kg)	a/c max	C (x/y) minima	Dosaggio minimo di cemento ( $\text{kg/m}^3$ )
XC2 + XA1	2000-3000	0,55	C28/35	320
XC2 + XA2	3000-12.000	0,50	C32/40	340
XC2 + XA3	12.000-24.000	0,45	C35/45	360

B6) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B7) Aria intrappolata: max 2,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%



## Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 30 mm (40 mm per le opere in c.a.p.). Per getti controterra su terreno preparato: copriferro minimo 40 mm. Per getti controterra su terreno non preparato: copriferro minimo 70 mm

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera ( $R_{ck}$  minima in opera valutata su carote  $h/d = 1$ ) in accordo alla seguente tabella in funzione della concentrazione di solfato nel terreno:

Classe di esposizione	Concentrazione di solfato ( $SO_4^{2-}$ ) nel terreno (mg/kg)	$R_{ck}$ in opera minima ( $N/mm^2$ )
XC2 + XA1	2000-3000	30
XC2 + XA2	3000-12.000	34
XC2 + XA3	12.000-24.000	38

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassetata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C zincato conforme al punto 11.2.2.9.2 del D.M. 14.9.2005 e alla normativa europea applicabile:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione 1,5 ÷ 4%)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

c) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di fondazione<sup>3</sup> e muri interrati di grande spessore.

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di fondazione massive (di grande spessore) in classe di esposizione XC2 (UNI 11104),  $R_{ck}$  30  $N/mm^2$ , Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm,  $D_{max}$  32 mm, CI 0,4, cemento "LH" a basso sviluppo di calore in accordo alla UNI EN 197-1.

Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nel presente paragrafo sono rivolte alle strutture di fondazione e ai muri interrati di grande spessore in contatto con terreni non aggressivi e attengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche

per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005). Le prescrizioni di capitolato, in particolare, sono rivolte a plinti di dimensioni minime superiori a 1,5 m, a platee di fondazione e muri di spessore superiore a 80 cm.

#### Avvertenze

Prima di procedere all'utilizzo della presente prescrizione di capitolato è opportuno eseguire un'analisi chimica del terreno tesa ad accertare la eventuale presenza di solfati. Questa esigenza diventa stringente soprattutto quando si debbono fondare opere su terreni agricoli (o nelle vicinanze) in quanto la probabilità che i solfati siano presenti risulta elevata a causa dell'utilizzo dei fertilizzanti (ad esempio, a base di solfato d'ammonio). Nel caso venisse accertata dall'analisi la presenza di solfato in misura superiore a 2000 mg/kg (come  $\text{SO}_{42-}$ ), integrare le prescrizioni di capitolato contenute nel presente capitolo e relative allo sviluppo di calore di idratazione unitario del cemento, al dosaggio massimo di cemento e alle protezioni termoisolanti del getto con quelle riportate nel capitolo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di fondazione in terreni aggressivi".

Per le opere di fondazione di piccole dimensioni in contatto con terreni non contenenti solfato utilizzare le prescrizioni di capitolato riportate nel capitolo "Calcestruzzo destinato a strutture di fondazione in terreni non aggressivi".

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Cemento LH a basso sviluppo di calore in accordo al punto 7 della norma UNI EN 197/1-2006 con calore di idratazione unitario a 7 giorni inferiore a 270 J/g (determinato in accordo alla UNI EN 196-8)

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC2

B3) Rapporto a/c max: 0,60

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(25/30)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Aria intrappolata: max 2,5%

B7) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B8) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B9) Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm

B10) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122):  $< 0,1\%$

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 30 mm (40 per opere in c.a.p.). Per getti controterra su terreno preparato: copriferro minimo 40 mm. Per getti controterra su terreno non preparato: copriferro minimo 70 mm

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera ( $R_{ck}$  minima in opera valutata su carote  $h/d = 1$ ):  
 $C(x/y)_{opera} > 0,85$   $C(x/y) \geq 25,5$  N/mm<sup>2</sup>

C3) Protezione delle superfici casserate e non del getto con pannelli termoisolanti di polistirolo espanso estruso di spessore pari a 50 mm (o con materassini di equivalente resistenza termica) per almeno 7 giorni. Sulle superfici non casserate prima della predisposizione dei materassini termoisolanti coprire la superficie del calcestruzzo fresco con un foglio di politene

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione $1,5 \div 4\%$ )
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

#### Strutture di elevazione in climi temperati

*Questa sezione è dedicata al calcestruzzo destinato alle strutture di elevazione di edifici residenziali, edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o ricadenti nel settore del terziario che in servizio operano all'interno di fabbricati a temperature costantemente al di sopra di  $0^\circ\text{C}$  indipendentemente che gli edifici siano situati o meno in aree a clima temperato o rigido.*

Nella presente sezione, inoltre, vengono riportate le specifiche per quegli elementi strutturali che in servizio si trovano esposti all'esterno e situati in zone climatiche temperate dove le oscillazioni della temperatura ambientale intorno a  $0^\circ\text{C}$  sono limitate nell'arco dell'anno a pochi cicli. In linea di massima queste condizioni ambientali nel nostro Paese si verificano in tutte le aree ad esclusione di quelle alpine e prealpine ad altitudini superiori agli 800 metri e di quelle situate lungo la dorsale appenninica ad altitudini superiori ai 1000 metri. Per le strutture che operano in queste aree consultare la Sezione 3. Questa sezione, inoltre, non contiene le prescrizioni di capitolato per le strutture aeree situate lungo la costa adriatica o tirrenica ed, in generale, in prossimità del mare, per le quali si rimanda alla Sezione 5.

La presente sezione riguarda elementi strutturali quali pilastri, travi, solai in latero-cemento o a soletta piena, scale a soletta rampante, corpi scala e nuclei ascensore.

Queste tipologie di strutture di elevazione in clima temperato sono esposte al rischio di corrosione promosso dalla penetrazione dell'anidride carbonica presente nell'aria. Questa è capace di diffondere attraverso i pori della matrice cementizia e, raggiunta l'armatura, può promuoverne la corrosione se sono presenti anche ossigeno ed acqua. Si intuisce, quindi, come maggiormente esposti al rischio di corrosione siano quegli elementi in calcestruzzo che sono direttamente esposti all'azione dell'acqua piovana quali i pilastri perimetrali dei porticati degli edifici, gli elementi aggettanti, quali le solette dei balconi, gli elementi di parapetto di balconi e terrazze, i corpi scala e i nuclei ascensori esterni. Per queste strutture, infatti, nei periodi asciutti l'anidride carbonica può penetrare insieme all'ossigeno nella

matrice cementizia e nei periodi di pioggia il processo elettrochimico di corrosione può diventare significativo in quanto la saturazione di acqua del copriferro aumenta la conducibilità elettrica del calcestruzzo promuovendo la formazione della ruggine. Meno esposti al rischio di corrosione si trovano gli elementi in calcestruzzo che in servizio operano all'interno dell'edificio e, quindi, non esposti all'azione dell'acqua. Queste strutture, infatti, pur essendo interessate da una maggiore penetrazione dell'anidride carbonica in quanto i pori capillari della matrice cementizia

privi di acqua favoriscono la diffusione del gas, non sono esposte al rischio di corrosione in quanto il copriferro asciutto impedisce la circolazione di corrente necessaria perché il processo di corrosione si espliciti con una velocità ingegneristicamente significativa.

Al fine, quindi, di prevenire il degrado, consistente nella formazione di ruggine e nella conseguente espulsione del copriferro determinata proprio dai prodotti di corrosione più voluminosi del ferro metallico, si deve agire su due fronti:

- ridurre la porosità del calcestruzzo al fine di rallentare il processo di diffusione della CO<sub>2</sub> attraverso l'impiego di un conglomerato caratterizzato da un rapporto a/c tanto più basso quanto più elevato è il rischio di corrosione;
- aumentare lo spessore del copriferro in modo che il processo di corrosione possa innescarsi in corrispondenza della scadenza di vita utile (50 anni) della struttura.

La norma UNI 11104 inquadra le strutture di elevazione in clima temperato:

- nella classe di esposizione XC1 se le strutture operano in servizio in ambienti interni caratterizzati da bassa umidità relativa (< 70%) per le quali si richiede che il conglomerato possieda una classe di resistenza caratteristica

minima C25/30 e un dosaggio di cemento non inferiore a 300 kg/m<sup>3</sup>. Inoltre, in accordo con gli Eurocodici, per queste strutture occorrerà prevedere un copri ferro di 20 o 30 mm rispettivamente per opere in c.a. o in c.a.p.;

- nella classe di esposizione XC3 se le strutture operano all'interno di edifici ad umidità moderata o alta o per strutture esterne che sono al riparo della pioggia; per tali opere la resistenza caratteristica minima è 35 N/mm<sup>2</sup> e copriferro

di 30 o 40 mm per opere in c.a. o c.a.p.;

- nella classe di esposizione XC4 se le strutture operano in servizio all'esterno e sono interessate direttamente dall'azione della pioggia per le quali si richiede che il conglomerato possieda una classe di resistenza caratteristica

minima C32/40 e un dosaggio di cemento non inferiore a 340 kg/m<sup>3</sup>. Inoltre, in accordo con gli Eurocodici, per queste strutture occorrerà prevedere un copri ferro di 35 o 45 mm rispettivamente per opere in c.a. o in c.a.p.

Per edifici e complessi di importanza strategica per i quali il committente richiede una Classe 2 di Vita Utile (100 anni) in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni le presenti prescrizioni debbono essere modificate sia per quanto attiene alla qualità del calcestruzzo, allo spessore del copriferro, che deve essere incrementato di almeno 10 mm, alla scelta del tipo di armature, che potrebbe compendiare l'impiego di barre di acciaio zincato o inossidabile, che, infine, alla eventuale protezione della superficie delle strutture con rivestimenti a basso coefficiente di diffusione dell'anidride carbonica.

a) *Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione<sup>1</sup> che in servizio sono esposte ad ambienti interni di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario*

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di elevazione all'interno di edifici in classe di esposizione XC1 (UNI 11104),  $R_{ck}$  30 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm,  $D_{max}$  32 mm, CI 0,4*

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte agli elementi di elevazione che operano in servizio all'interno di edifici che appartengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005), indipendentemente che le stesse siano situate in aree con clima temperato o rigido.

#### Avvertenze

Per gli elementi strutturali che in parte o *in toto* si trovano in servizio direttamente esposti all'ambiente esterno ed, in particolare, all'azione della pioggia, in aree a clima temperato o a clima rigido, consultare rispettivamente i paragrafi "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di interni ad umidità relativa dell'aria moderata o elevata o strutture esterne al riparo della pioggia di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario in zone a clima temperato" e "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario che in servizio sono esposte all'azione della pioggia in zone a clima rigido". Per gli elementi strutturali di edifici esposti all'esterno all'azione della pioggia e a quella dell'aerosol marino (edifici situati lungo la costa) consultare il successivo paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture aeree in zona marina non in contatto diretto con acqua di mare".

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC1

B3) Rapporto a/c max: 0,60

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(25/30)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 300 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 2,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 20 mm (30 per opere in c.a.p.)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera (R<sub>ck</sub> minima in opera valutata su carote h/d = 1):  
C(x/y)<sub>opera</sub> > 0,85 C(x/y) ≥ 25,5 N/mm<sup>2</sup>

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassetata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	≥ 450 MPa
Limite di rottura $f_t$	≥ 540 MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	≥ 7%
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	≤ 1,25
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione 1,5 ÷ 4%)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

b) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di interni ad umidità relativa dell'aria moderata o elevata o strutture esterne al riparo della pioggia di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario in zone a clima temperato

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di elevazione di edifici che operano in servizio all'esterno esposte direttamente all'azione della pioggia, in classe

di esposizione XC3 (UNI 11104), Rck 35 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm, D<sub>max</sub> 32 mm, CI 0,4.

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte agli elementi di elevazione di edifici che operano in servizio all'interno di edifici a umidità relativa moderata o alta o all'esterno riparati dall'azione della pioggia. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, pertanto, sono rivolte a pilastri, travi, solette aggettanti, corpi scala e nuclei ascensore che appartengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005) e sono situate in aree del Paese caratterizzate da clima temperato.

#### Avvertenze

Per gli elementi strutturali, pilastri, travi, solai, scale che in servizio si trovano all'interno di edifici con bassa umidità consultare le prescrizioni contenute nel paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di fondazione e muri interrati a contatto con terreni non aggressivi".

Per gli elementi strutturali che in parte o *in toto* si trovano in servizio direttamente esposti all'ambiente esterno in aree a clima rigido consultare il successivo paragrafo relativo a "calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario che in servizio sono esposte all'azione della pioggia in zone a clima rigido".

Per gli elementi strutturali di edifici esposti all'esterno all'azione della pioggia e a quella dell'aerosol marino (edifici situati lungo la costa) consultare il successivo paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture aeree in zona marina non in contatto diretto con acqua di mare".

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI

8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC3

B3) Rapporto a/c max: 0,50

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(28/35)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)



B6) Dosaggio minimo di cemento: 320 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 2,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 30 mm (40 per opere in c.a.p.)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera (R<sub>ck</sub> minima in opera valutata su carote h/d = 1):  
C(x/y)<sub>opera</sub> > 0,85 C(x/y) ≥ 30 N/mm<sup>2</sup>

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassetata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	≥ 450 MPa
Limite di rottura $f_t$	≥ 540 MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	≥ 7%
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	≤ 1,25
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione 1,5 ÷ 4%)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

c) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario che in servizio sono esposte all'azione della pioggia in zone a clima temperato

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di elevazione di edifici che operano in servizio all'esterno esposte direttamente all'azione della pioggia, in classe di esposizione XC4 (UNI 11104), R<sub>ck</sub> 40 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm, D<sub>max</sub> 32 mm, Cl 0,4

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte agli elementi di elevazione di edifici che operano in servizio all'esterno e sono direttamente interessati dall'azione della pioggia. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda,



pertanto, sono rivolte a pilastri, travi, solette aggettanti, corpi scala e nuclei ascensore che appartengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005) e sono situate in aree del Paese caratterizzate da clima temperato.

#### Avvertenze

Per gli elementi strutturali, pilastri, travi, solai, scale che in servizio si trovano all'interno di edifici consultare le prescrizioni contenute nel paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione che in servizio sono esposte ad ambienti interni di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziari". Per gli elementi strutturali che in parte o *in toto* si trovano in servizio direttamente esposti all'ambiente esterno in aree a clima rigido consultare il successivo paragrafo relativo a "calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario che in servizio sono esposte all'azione della pioggia in zone a clima rigido". Per gli elementi strutturali di edifici esposti all'esterno all'azione della pioggia e a quella dell'aerosol marino (edifici situati lungo la costa) consultare il successivo paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture aeree in zona marina non in contatto diretto con acqua di mare".

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

- A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008
- A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2
- A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2
- A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2
- A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1
- A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

- B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)
- B2) Classi di esposizione ambientale: XC4
- B3) Rapporto a/c max: 0,50
- B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(32/40)
- B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)
- B6) Dosaggio minimo di cemento: 340 kg/m<sup>3</sup>
- B7) Aria intrappolata: max 2,5%
- B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)
- B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122):  $< 0,1\%$

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 35 mm (45 per opere in c.a.p.)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera (Rck minima in opera valutata su carote  $h/d = 1$ ):  
 $C(x/y)_{opera} > 0,85 C(x/y)_{34 N/mm^2}$

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassetata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione $1,5 \div 4\%$ )
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

#### Strutture aeree in climi rigidi in assenza di Sali disgelanti

*Questa sezione è dedicata al calcestruzzo destinato alle strutture di elevazione di edifici residenziali, edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o ricadenti nel settore del terziario che in servizio sono esposte all'ambiente esterno e sono direttamente interessate dall'azione della pioggia situate in zone climatiche dove le oscillazioni della temperatura ambientale intorno a  $0^\circ\text{C}$  sono frequenti e, pertanto, espongono il calcestruzzo al rischio di degrado per cicli di gelo-disgelo. In linea di massima queste condizioni ambientali nel nostro Paese si verificano in tutte le aree alpine e prealpine ad altitudini superiori agli 800 metri e in quelle situate lungo la dorsale appenninica ad altitudini superiori ai 1000 metri.*

La presente sezione riguarda elementi strutturali quali pilastri, travi, solai in latero-cemento o a soletta piena, parapetti di balconi e terrazze, scale a soletta rampante, muri di recinzione, corpi scala e nuclei ascensore che si trovano esposti all'esterno all'azione dell'acqua piovana in zone a clima rigido. Inoltre, sono esposti al rischio di degrado per cicli di gelo-disgelo quegli elementi strutturali in alta

montagna quali i canali, le vasche non interrato di contenimento di acque, le sponde di contenimento e le briglie dei torrenti.

Le strutture di elevazione in clima rigido sono esposte, al pari di quelle che operano in aree a clima temperato, al rischio di corrosione promosso dalla penetrazione dell'anidride carbonica presente nell'aria. Questa è capace di diffondere attraverso i pori della matrice cementizia e, raggiunta l'armatura, può promuoverne la corrosione se sono presenti anche ossigeno ed acqua. Si intuisce, quindi, come maggiormente esposti al rischio di corrosione siano quegli elementi in calcestruzzo che

sono direttamente esposti all'azione dell'acqua piovana quali i pilastri perimetrali dei porticati degli edifici, gli elementi aggettanti quali le solette dei balconi, gli elementi di parapetto di balconi e terrazze, i corpi scala e i nuclei ascensori esterni. Alla corrosione delle armature sono esposte anche le parti emergenti delle sponde di vasche di contenimento dei liquidi, dei canali e dei torrenti. Per queste strutture, infatti, nei periodi asciutti (o di emersione) l'anidride carbonica può penetrare insieme

all'ossigeno nella matrice cementizia e nei periodi di pioggia (o di immersione) il processo elettrochimico di corrosione può diventare significativo in quanto la saturazione di acqua del copriferro aumenta la conducibilità elettrica del calcestruzzo promuovendo la formazione della ruggine.

All'aggressione promossa dall'anidride carbonica nei confronti dell'armatura nelle strutture in clima rigido si associa quella derivante dai cicli alternati di gelo disgelo che, invece, si esplica direttamente nei confronti del conglomerato cementizio.

Le pressioni indotte all'interno della matrice cementizia a seguito della trasformazione in ghiaccio dell'acqua contenuta nei pori capillari sono capaci di provocare il progressivo sgretolamento del calcestruzzo con una iniziale perdita di pasta di cemento nelle zone superficiali degli elementi strutturali cui segue una consistente

perdita di conglomerato che può interessare anche spessori centimetrici della struttura. L'esposizione delle armature conseguente all'espulsione del calcestruzzo del copriferro determina un'accelerazione del processo di corrosione che

nel volgere di breve tempo può determinare un precoce degrado delle strutture e, quindi, una perdita rapida di funzionalità delle stesse. Occorre sottolineare come il degrado diventa tanto più rilevante quanto maggiore è il grado di saturazione del conglomerato. Pertanto, le strutture orizzontali e quelle a contatto con acqua sono maggiormente esposte al rischio di degrado per cicli di gelo-disgelo.

Al fine di prevenire gli indesiderati effetti dei cicli di gelo-disgelo sul conglomerato è necessario ridurre la porosità della matrice adottando rapporti a/c relativamente bassi per ridurre il grado di saturazione del calcestruzzo. Inoltre, è indispensabile utilizzare al momento del confezionamento dell'impasto degli additivi aeranti capaci di stabilizzare l'aria in forma di microbolle di diametro compreso tra 100 e 200  $\mu\text{m}$  omogeneamente disperse all'interno della matrice cementizia e aventi spaziatura (spacing) di 200-250  $\mu\text{m}$ . Questo sistema di microbolle ha la funzione di allentare le pressioni indotte dalla formazione del ghiaccio a valori tali da non superare la resistenza del calcestruzzo evitando la comparsa di fenomeni di degrado.

Accanto a questi accorgimenti occorre anche impiegare aggregati non gelivi capaci di resistere senza crollare alle tensioni indotte dalla formazione del ghiaccio.

Ovviamente accanto alle prescrizioni relative alla prevenzione del degrado indotto dai cicli di gelo-disgelo, occorre anche adottare i provvedimenti finalizzati alla prevenzione della corrosione promossa dall'anidride carbonica dell'aria, già discussi nella sezione precedente e che per comodità di lettura vengono riproposti qui di seguito:

- ridurre la porosità del calcestruzzo al fine di rallentare il processo di diffusione della  $\text{CO}_2$  attraverso l'impiego di un conglomerato caratterizzato da un rapporto a/c tanto più basso quanto più elevato è il rischio di corrosione;

- aumentare lo spessore del copriferro in modo che il processo di corrosione possa innescarsi in corrispondenza della scadenza di vita utile (50 anni) della struttura.

In definitiva la norma UNI 11104 inquadra le strutture aeree in clima rigido:

- nella classe di esposizione XC4 + XF1. Questa classe di esposizione è relativa ai pilastri, ai corpi scala, ai nuclei ascensore, alle solette aggettanti di balconi e terrazze, ai parapetti, ai muri di sostegno non in prossimità di strade adibite al traffico veicolare, ai muretti di recinzione. Per questi elementi strutturali, in prevalenza a sviluppo verticale, la norma UNI 11104 non prevede l'impiego dell'additivo aerante in quanto ritiene che il grado di saturazione

del calcestruzzo sia modesto e tale da non determinare, a seguito dei cicli di gelo-disgelo, pressioni tali da promuovere il degrado del conglomerato. Per queste strutture la norma UNI 11104, pertanto, impone di adottare gli stessi accorgimenti richiesti per quelle esposte all'esterno in clima temperato con la sola integrazione di ricorrere all'utilizzo di aggregati non gelivi in accordo alla UNI EN 12620. Allo scopo si farà riferimento paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario che in servizio sono esposte all'azione della pioggia in zone a clima rigido";

- nella realtà, tuttavia, le strutture menzionate al punto precedente, anche perché spesso non si pone particolare attenzione alla realizzazione dei particolari costruttivi tesi ad un corretto smaltimento delle acque, risultano imbibite

di acqua con il risultato che i cicli di gelo-disgelo possono promuoverne un degrado precoce. Pertanto, esse sono assimilabili a strutture orizzontali e, in deroga a quanto stabilito dalla norma UNI 11104, debbono essere inquadrate

nella classe di esposizione XC4 + XF3 per le quali, ai fini del rispetto delle condizioni di durabilità, è necessario ricorrere ad un rapporto a/c massimo di 0,50, ad una classe di resistenza caratteristica minima C25/30, all'impiego

di aggregati non gelivi, all'inglobamento di un sufficiente volume di aria, in relazione alla massima pezzatura dell'aggregato impiegato, e ad un dosaggio di cemento non inferiore a 340 kg/m<sup>3</sup>. Inoltre, in accordo con gli

Eurocodici per queste strutture occorrerà prevedere un copriferro di 35 o 45 mm rispettivamente per opere in c.a. o in c.a.p. Per le prescrizioni di capitolato si farà riferimento al paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture idrauliche in contatto con acque non contenenti anidride carbonica aggressiva situate in aree a clima rigido". Le prescrizioni di capitolato contenute

in questa scheda possono essere estese anche a tutte le strutture che operano in clima rigido e che vengono in contatto diretto con acqua, quali le sponde di canali, i muri di contenimento (briglie) di torrenti che non contengono anidride carbonica libera in misura superiore a 15 mg/l, per le quali si rimanda alle prescrizioni di capitolato contenute nel paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture idrauliche in contatto con acque contenenti anidride carbonica aggressiva situate in aree a clima rigido". Per queste

strutture, infatti, oltre all'azione dell'anidride carbonica gassosa dell'aria nei confronti dei ferri di armatura e quella del gelo-disgelo nei confronti del calcestruzzo occorre tener presente anche dell'effetto degradante promosso dall'anidride carbonica libera presente nelle acque in forma di acido carbonico.

Quest'ultimo è capace di provocare una lenta ma inesorabile dissoluzione della matrice cementizia per effetto della trasformazione del carbonato di calcio nel più solubile bicarbonato provocando asportazioni consistenti di pasta di cemento dalla superficie delle strutture. La prevenzione di queste forme di degrado è affidata all'impiego di calcestruzzi di bassa porosità e all'impiego di cementi resistenti al dilavamento in accordo con la norma UNI

9606. In particolare, queste strutture sono inquadrare nella classe di esposizione XC4 + XF3 + XA: quest'ultima valutata in funzione della concentrazione di anidride carbonica libera nelle acque.

Nella presente sezione non sono incluse le opere in calcestruzzo situate in zona a clima rigido che vengono in contatto con soluzioni a base di sali disgelanti utilizzate per la prevenzione della formazione del ghiaccio o per la rimozione dello stesso dalla sede stradale al fine di favorire il transito dei veicoli, per le quali si rimanda alla sezione relativa alle strutture e infrastrutture stradali. Allo stesso modo, la presente sezione non riguarda le pavimentazioni in calcestruzzo di piazzali esterni operanti in zone a clima rigido.

Per strutture di importanza strategica per le quali il committente richiede una Classe 2 di Vita Utile (100 anni) in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni, le prescrizioni contenute nella presente sezione debbono essere modificate sia per quanto attiene alla qualità del calcestruzzo, allo spessore del copriferro, che deve essere incrementato di almeno 10 mm, alla scelta del tipo di armature, che potrebbe compendiare l'impiego di barre di acciaio zincato o inossidabile, che, infine, alla eventuale protezione del calcestruzzo con rivestimenti impermeabili.

a) *Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario che in servizio sono esposte all'azione della pioggia in zone a clima rigido*

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di elevazione di edifici che operano in servizio all'esterno esposte direttamente all'azione della pioggia in aree a clima rigido, in classe di esposizione XC4 + XF1 (UNI 11104),  $R_{ck}$  40 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm,  $D_{max}$  32 mm, CI 0,4, aggregati non gelivi F2 o MS25*

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte agli elementi di elevazione di edifici che operano in servizio all'esterno e sono direttamente interessati dall'azione della pioggia in zone caratterizzate da clima rigido con frequenti escursioni cicliche della temperatura intorno a 0 °C. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, pertanto, sono rivolte a pilastri, travi, solette aggettanti, parapetti di balconi e terrazze, muri di recinzione, corpi scala e nuclei ascensore che appartengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005) che sono situate nella fascia prealpina e alpina ad altitudini superiori a 800 m e sulla dorsale appenninica ad altitudini superiori ai 1000 metri.

#### Avvertenze

Per gli elementi strutturali, pilastri, travi, solai, scale che in servizio si trovano all'interno di edifici consultare le prescrizioni contenute nel paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di fondazione<sup>1</sup> e muri interrati a contatto con terreni non aggressivi". Per gli elementi strutturali che in parte o *in toto* si trovano in servizio direttamente esposti all'ambiente esterno in aree a clima temperato consultare il presente paragrafo. Per gli elementi strutturali di edifici esposti all'esterno all'azione della pioggia e a quella dell'aerosol marino (edifici situati lungo la costa) consultare il paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture aeree in zona marina non in contatto diretto con acqua di mare".

Per le strutture di elevazione che operano in aree a clima rigido dove i particolari costruttivi determinano un costante ruscellamento delle acque piovane sulla superficie degli elementi strutturali (ancorché a sviluppo verticale) consultare le prescrizioni di capitolato contenute nel paragrafo "calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture idrauliche in contatto con acque non contenenti anidride carbonica aggressiva situate in aree a clima rigido".

Per le strutture idrauliche che operano in clima rigido quali sponde di canali, vasche non interrate per il contenimento di liquidi, muri di contenimento e briglie di torrenti in alta montagna in contatto con acque contenenti anidride carbonica aggressiva in misura inferiore o superiore

a 15 mg/l consultare rispettivamente le prescrizioni di capitolato contenute nel paragrafo Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture idrauliche in contatto con acque non contenenti anidride carbonica aggressiva situate in aree a clima rigido” e nel paragrafo “calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture idrauliche in contatto con acque contenenti anidride carbonica aggressiva situate in aree a clima rigido”.

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2; aggregati non gelivi aventi assorbimento d’acqua inferiore all’1% o appartenenti alle classi F2 o MS25 in accordo alla UNI EN 12620

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2.

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC4

B3) Rapporto a/c max: 0,50

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C (32/40)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 340 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 2,5%

B8) Diametro massimo dell’aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 35 mm (45 per opere in c.a.p.)

C2) Controllo dell’esecuzione dell’opera (R<sub>ck</sub> minima in opera valutata su carote h/d = 1):  
 $C(x/y)_{opera} > 0,85 C(x/y) \geq 34 \text{ N/mm}^2$

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione $1,5 \div 4\%$ )
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

b) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture idrauliche in contatto con acque non contenenti anidride carbonica aggressiva situate in aree a clima rigido

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture idrauliche in contatto con acque non contenenti anidride carbonica aggressiva situate in aree a clima rigido, in classe di esposizione XC4 + XF3 (UNI 11104),  $R_{ck}$  30 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5,  $D_{max}$  32 mm, aria inglobata  $5 \pm 1\%$ , CI 0,4, aggregati non gelivi F2 o MS25

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono relative a strutture idrauliche in contatto con acque non contenenti anidride carbonica aggressiva in misura superiore a 15 mg/l che operano in aree con clima rigido con frequenti escursioni cicliche della temperatura intorno a 0 °C. Queste aree sono quelle relative alla fascia prealpina e alpina ad altitudini superiori a 800 metri e quelle situate lungo la dorsale adriatica ad altitudini maggiori di 1000 metri. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, pertanto, sono rivolte a vasche non interrate di contenimento di liquidi, alle sponde di canali e ai muri di contenimento di torrenti situate ad altitudini relativamente elevate. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, inoltre, sono rivolte a edifici situati in zone con clima rigido i cui pilastri, travi, solette aggettanti, parapetti di balconi e terrazze, muri di recinzione, corpi scala e nuclei

ascensore si trovano direttamente esposti all'azione dell'acqua ruscellante e che, pertanto, sono caratterizzati da lunghi periodi di imbibizione. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda si riferiscono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005).

#### Avvertenze

Per le strutture idrauliche che operano in clima rigido quali sponde di canali, vasche non interrate per il contenimento di liquidi, muri di contenimento e briglie di torrenti in alta montagna è opportuno far eseguire una analisi tesa alla valutazione del contenuto di anidride carbonica libera al fine di stabilire se essa risulta maggiore di 15 mg/l.

Per acque caratterizzate da un tenore di CO<sub>2</sub> superiore a questo limite consultare le prescrizioni di capitolato contenute nella scheda 3.3.

Per gli elementi strutturali, pilastri, travi, solai, scale che in servizio si trovano all'interno di edifici consultare le prescrizioni contenute nella scheda 2.1. Per gli elementi strutturali che in parte o *in toto* si trovano in servizio direttamente esposti all'ambiente esterno in aree a clima temperato consultare la scheda di capitolato 3.1. Per gli elementi strutturali di edifici esposti all'esterno all'azione della pioggia e a quella dell'aerosol marino (edifici situati lungo la costa) consultare la scheda 5.1.

Per le strutture di elevazione che operano in aree a clima rigido dove i particolari costruttivi consentono un corretto smaltimento delle acque piovane evitando che le stesse possano ruscellare sulla superficie dei manufatti consultare le prescrizioni di capitolato contenute nella scheda 3.1.

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A3.a) Additivo aerante conforme al prospetto 5 della norma UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2; aggregati non gelivi aventi assorbimento d'acqua inferiore all'1% o appartenenti alle classi F2 o MS25 in accordo alla UNI EN 12620

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC4 + XF3

B3) Rapporto a/c max: 0,50

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(25/30)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 340 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria inglobata: 5,0 ± 1,0%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto S4/S5

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 35 mm (45 per opere in c.a.p.)



C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera ( $R_{ck}$  minima in opera valutata su carote  $h/d = 1$ ):  
 $C(x/y)_{opera} > 0,85$   $C(x/y) \geq 25,5$  N/mm<sup>2</sup>

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassetata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione $1,5 \div 4\%$ )
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

c) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture idrauliche in contatto con acque contenenti anidride carbonica aggressiva situate in aree a clima rigido.

a. Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture idrauliche in contatto con acque contenenti anidride carbonica aggressiva compresa tra 15 e 40 mg/l, situate in aree a clima rigido, in classe di esposizione XC4 + XF3 + XA1 (UNI 11104),  $R_{ck}$  30 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5,  $D_{max}$  32 mm, aria inglobata  $5 \pm 1\%$ , CI 0,4, aggregati non gelivi F2 o MS25, cemento MRD a moderata resistenza al dilavamento in accordo alla UNI 9606.

b. Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture idrauliche in contatto con acque contenenti anidride carbonica aggressiva compresa tra 40 e 100 mg/l, situate in aree a clima rigido, in classe di esposizione XC4 + XF3 + XA2 (UNI 11104),  $R_{ck}$  30 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5,  $D_{max}$  32 mm, aria inglobata  $5 \pm 1\%$ , CI 0,4, aggregati non gelivi F2 o MS25, cemento ARD ad alta resistenza al dilavamento in accordo alla UNI 9606.

c. Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture idrauliche in contatto con acque contenenti anidride carbonica aggressiva maggiore di 100 mg/l, situate in aree a clima rigido, in classe di esposizione XC4 + XF3 + XA3 (UNI 11104),  $R_{ck}$  35 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm,  $D_{max}$  32 mm, aria inglobata  $5 \pm 1\%$ , CI 0,4, aggregati non gelivi F2 o MS25, cemento AARD ad altissima resistenza al dilavamento in accordo alla UNI 9606.

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono relative a strutture idrauliche in contatto con acque contenenti anidride carbonica aggressiva in misura superiore a 15 mg/l

che operano in aree con clima rigido con frequenti escursioni cicliche della temperatura intorno a 0 °C. Queste aree sono quelle relative alla fascia prealpina e alpina ad altitudini superiori a 800 metri e quelle situate lungo la dorsale adriatica ad altitudini maggiori di 1000 metri. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, pertanto, sono rivolte a vasche non interrate di contenimento di liquidi, alle sponde di canali e ai muri di contenimento di torrenti situate ad altitudini relativamente elevate in contatto con acque dilavanti. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda si riferiscono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005).

#### Avvertenze

Per le strutture idrauliche che operano in clima rigido quali sponde di canali, vasche non interrate per il contenimento di liquidi, muri di contenimento e briglie di torrenti in alta montagna è opportuno far eseguire una analisi tesa alla valutazione del contenuto di anidride carbonica libera al fine di stabilire se essa risulta maggiore di 15 mg/l.

Per acque caratterizzate da un tenore di CO<sub>2</sub> inferiore a questo limite consultare le prescrizioni di capitolato contenute nel paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture idrauliche in contatto con acque non contenenti anidride carbonica aggressiva situate in aree a clima rigido".

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A3.a) Additivo aerante conforme al prospetto 5 della norma UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520- 2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2; aggregati non gelivi aventi assorbimento d'acqua inferiore all'1% o appartenenti alle classi F2 o MS25 in accordo alla UNI EN 12620

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1 scelto in accordo alla tabella seguente in base alla concentrazione di anidride carbonica nelle acque:

Concentrazione di CO <sub>2</sub> nelle acque (mg/l)	Tipo di cemento (UNI 9606)
15-40	MRD
40-100	ARD
> 100	AARD

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2-B5) Classi di esposizione ambientale, rapporto a/c massimo, classe di resistenza a compressione minima e dosaggio minimo di cemento in accordo alla seguente tabella in funzione della concentrazione di anidride carbonica nelle acque:

<b>Classe di esposizione</b>	<b>Concentrazione di CO<sub>2</sub> nelle acque (mg/l)</b>	<b>a/c max</b>	<b>C(x/y) minima</b>	<b>Dosaggio minimo di cemento (kg/m<sup>3</sup>)</b>
XC4 + XF3 + XA1	15-40	0,50	C25/30	340
XC4 + XF3 + XA2	40-100	0,50	C25/30	340
XC4 + XF3 + XA3	> 100	0,45	C28/35	360

B6) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B7) Aria inglobata: 5,0 ± 1%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm per la classe Rck 35 N/mm<sup>2</sup>

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 35 mm (45 per opere in c.a.p.)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera (Rck minima in opera valutata su carote h/d = 1): C(x/y)opera > 0,85 C(x/y) in accordo alla concentrazione di anidride carbonica nelle acque:

<b>Classe di esposizione</b>	<b>Concentrazione di CO<sub>2</sub> nelle acque (mg/l)</b>	<b>C(x/y) minima</b>	<b>C(x/y) minima in opera (N/mm<sup>2</sup>)</b>
XC4 + XF3 + XA1	15-40	C25/30	25
XC4 + XF3 + XA2	40-100	C25/30	25
XC4 + XF3 + XA3	> 100	C28/35	30

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C zincato conforme al punto 11.2.2.9.2 del D.M. 14.9.2005 e alla normativa europea applicabile:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione $1,5 \div 4\%$ )
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali ** = controllo per colata	

### Strutture a tenuta idraulica

*Questa sezione è dedicata alle opere per le quali si richiedono requisiti di tenuta idraulica e, pertanto, essa riguarda le prescrizioni di capitolato per le strutture interrato (muri perimetrali e platee di fondazione) che operano in terreni al di sotto del livello di falda dove occorre garantire che le acque non pervengano all'interno dei vani cantinati.*

Questa problematica è tipica di strutture quali i parcheggi che possono operare anche a decine di metri al di sotto del piano di campagna, ma interessa anche gli elementi interrati degli edifici di civile abitazione che presentano uno o più piani al di sotto di quello di campagna. Inoltre, le prescrizioni di capitolato contenute nella presente sezione possono essere estese agli elementi saltuariamente o permanentemente immersi dei canali di irrigazione, delle vasche destinate al contenimento delle acque potabili, alle piscine natatorie, alle vasche degli impianti di raffreddamento tipo Spig che utilizzano acqua potabile ove è essenziale evitare la perdita di acqua verso l'esterno della struttura di contenimento. Queste esigenze di tenuta idraulica diventano ancora più stringenti per quelle strutture destinate al contenimento di acque reflue di processi industriali che possono contenere sostanze

nocive per l'ambiente e per le quali risulta di particolare importanza evitare perdite che possano inquinare le acque di falda o i terreni circostanti la struttura. Pertanto, questa sezione è dedicata anche al calcestruzzo destinato alle vasche degli impianti di depurazione.

Per garantire sia il requisito di durabilità che quello di tenuta idraulica, in accordo anche ai dettami della norma UNI 11104 si suggerisce di operare come nel seguito descritto:

- le strutture interrato operanti sotto il livello di falda e gli elementi strutturali di vasche contenenti acque potabili che operano in completa immersione (è il caso delle fondazioni dei canali, delle piscine e delle vasche) vengono inquadrati nella classe di esposizione XC2. Al requisito di durabilità per queste strutture occorre associare quello di tenuta idraulica corrispondente ad un coefficiente di permeabilità (K) inferiore a  $5,10^{-13}$  m/s. Entrambi i requisiti per questo tipo di strutture si conseguono garantendo un rapporto a/c inferiore a 0,55 e una classe di resistenza minima a compressione C28/35. Inoltre, in accordo con gli Eurocodici deve essere adottato un copriferro minimo di 30 e 40 mm rispettivamente per le strutture in c.a. e c.a.p.;

• gli elementi strutturali di opere idrauliche che contengono acque potabili che risultano parzialmente sommersi quali i muri perimetrali di canali, di vasche e piscine e le strutture destinate al contenimento di acque reflue provenienti da altri processi industriali, indipendentemente che gli elementi siano o meno completamente o parzialmente sommersi, vengono inquadrati nella classe di esposizione XC4. Per questo tipo di strutture il requisito di durabilità in accordo alla norma UNI 11104 deve essere integrato con quello di tenuta idraulica il quale si consegue garantendo un coefficiente di permeabilità inferiore a  $1,10^{-13}$  m/s. Entrambi i requisiti si conseguono garantendo un rapporto non superiore a 0,50 e una classe di resistenza a compressione minima di C32/40. Inoltre, in accordo con gli Eurocodici deve essere adottato un copri ferro minimo di 35 e 45 mm rispettivamente per le strutture in c.a. e c.a.p. Per le strutture idrauliche degli impianti di depurazione occorre valutare attraverso un'analisi chimica delle acque la presenza di eventuali sostanze che possono promuovere il degrado del calcestruzzo o delle armature. Le sostanze aggressive possono essere innumerevoli; pertanto, risulta praticamente impossibile poter generalizzare individuando delle prescrizioni di capitolato univoche valide per qualsiasi tipo di acqua sottoposto a trattamento. Molto spesso, inoltre, l'attacco risulta così severo da richiedere l'impiego di trattamenti protettivi a base di sistemi epossidici.

Si consiglia, quindi, per queste strutture, di volta in volta, in base alla natura e alla concentrazione delle sostanze aggressive, di stabilire le prescrizioni di capitolato per il calcestruzzo e per gli eventuali trattamenti protettivi da adottare.

Resta, infine, da segnalare che l'ottenimento del requisito di tenuta idraulica può essere conseguito solo se, unitamente alla scelta di un conglomerato impermeabile, si predispongono in corrispondenza delle riprese di getto tra fondazione

e muri verticali degli opportuni profili water-stop finalizzati a garantire la tenuta idraulica anche in corrispondenza di queste sezioni singolari. In alternativa ai profili, si possono impiegare resine espandenti da iniettare mediante tubi microforati predisposti sulle superfici di ripresa prima dell'esecuzione dei getti. Questi accorgimenti debbono essere adottati anche allorquando per le rilevanti dimensioni sia dei dadi di fondazione che dei muri verticali non si riesce a completare il getto nell'arco di una singola giornata e lo si riprende il giorno successivo.

Per strutture di importanza strategica per le quali il committente richiede una Classe 2 di Vita Utile (100 anni) in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni, le prescrizioni contenute nella presente sezione debbono essere modificate sia per quanto attiene alla qualità del calcestruzzo, allo spessore del copri ferro, che deve essere incrementato di almeno 10 mm, alla scelta del tipo di armature, che potrebbe compendiare l'impiego di barre di acciaio zincato o inossidabile, che, infine, alla eventuale protezione del calcestruzzo con rivestimenti impermeabili.

*a) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture interrato che operano al di sotto del livello di falda o a elementi permanentemente immersi di strutture a tenuta idraulica a contatto con acque potabili*

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture interrato sotto il livello di falda o elementi permanentemente immersi di strutture a tenuta idraulica, in classe di esposizione XC2 (UNI 11104),  $R_{ck}$  35 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm,  $D_{max}$  32 mm,  $CI$  0,4, Profondità media della penetrazione di acqua (UNI EN 12390-8): 20 mm*

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte alle strutture interrato che operano al di sotto del livello di falda quali platee, muri perimetrali controterra, pareti di corpi scala e vani ascensore per i quali si vuole evitare che le infiltrazioni di acqua interessino i vani cantinati. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, inoltre, possono essere estese anche agli elementi permanentemente immersi di strutture a tenuta idraulica destinate al contenimento di acque potabili quali le fondazioni dei canali di irrigazione, delle

vasche e delle piscine. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda riguardano strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005) indipendentemente che esse siano situate in aree del Paese caratterizzate da clima temperato o rigido.

#### Avvertenze

Per gli elementi strutturali che in parte o *in toto* si trovano in servizio direttamente esposti all'ambiente esterno in aree a clima rigido consultare i paragrafi "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture idrauliche in contatto con acque non contenenti anidride carbonica aggressiva situate in aree a clima rigido" e "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture idrauliche in contatto con acque contenenti anidride carbonica aggressiva situate in aree a clima rigido". Per le strutture a tenuta idraulica che contengono acque di mare quali le vasche di impianti ittici o gli impianti di raffreddamento che operano con acque di mare consultare il successivo paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture in zona marina in contatto diretto con acqua di mare". Per le strutture a tenuta idraulica che trattano acque reflue di altri processi industriali consultare le prescrizioni di capitolato contenute nel seguente paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di elementi parzialmente immersi di strutture a tenuta idraulica a contatto con acque potabili o di elementi parzialmente o completamente immersi di strutture a tenuta idraulica a contatto con acque reflue". Per le strutture a tenuta idraulica degli impianti di depurazione effettuare un'analisi preventiva delle acque finalizzata ad accertare la eventuale presenza di sostanze aggressive per il calcestruzzo e/o le armature.

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC2

B3) Rapporto a/c max: 0,55

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(28/35)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 320 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 2,5%



B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto: S4 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122):  $< 0,1\%$

B12) Profondità media della penetrazione di acqua (UNI EN 12390-8): 20 mm

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 30 mm (40 per opere in c.a.p.)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera ( $R_{ck}$  minima in opera valutata su carote  $h/d = 1$ ):  
 $C(x/y)_{opera} > 0,85$   $C(x/y) \geq 30$  N/mm<sup>2</sup>

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassetata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Utilizzo di profili water-stop in corrispondenza delle riprese di getto verticali e orizzontali oppure iniezione con resine espandenti mediante tubi microforati

C5) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione $1,5 \div 4\%$ )
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

b) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di elementi parzialmente immersi di strutture a tenuta idraulica a contatto con acque potabili o di elementi parzialmente o completamente immersi di strutture a tenuta idraulica a contatto con acque reflue

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per:

- elementi parzialmente immersi di strutture a tenuta idraulica di acque potabili, in classe di esposizione XC4 (UNI 11104),
- di elementi parzialmente immersi di strutture a tenuta idraulica a contatto con acque reflue, in classe di esposizione XC4 (UNI 11104),

- di elementi completamente immersi di strutture a tenuta idraulica a contatto con acque reflue, in classe di esposizione XC2 (UNI 11104),  $R_{ck}$  40 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm,  $D_{max}$  32 mm, CI 0,4, Profondità media della penetrazione di acqua (UNI EN 12390-8): 20 mm

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte:

- agli elementi parzialmente immersi di strutture a tenuta idraulica che operano in contatto con acque potabili quali i muri verticali di canali di irrigazione, di vasche di contenimento e piscine;
- agli elementi completamente immersi e a quelli parzialmente emersi di strutture a tenuta idraulica che vengono in contatto con acque reflue provenienti da altri processi industriali.

Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda riguardano strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005) e sono situate in aree del Paese caratterizzate da clima temperato.

#### Avvertenze

Per gli elementi strutturali che in parte o *in toto* si trovano in servizio direttamente esposti all'ambiente esterno in aree a clima rigido consultare i paragrafi "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture idrauliche in contatto con acque non contenenti anidride carbonica aggressiva situate in aree a clima rigido" e "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture idrauliche in contatto con acque contenenti anidride carbonica aggressiva situate in aree a clima rigido". Per le strutture a tenuta idraulica che contengono acque di mare, quali le vasche di impianti ittici o gli impianti di raffreddamento che operano con acque di mare, consultare il successivo paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture in zona marina in contatto diretto con acqua di mare". Per gli elementi completamente immersi di strutture a tenuta idraulica che trattano acque potabili consultare le prescrizioni di capitolato contenute nel precedente paragrafo "calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture interrato che operano al di sotto del livello di falda o a elementi permanentemente immersi di strutture a tenuta idraulica a contatto con acque potabili". Per le strutture a tenuta idraulica degli impianti di depurazione effettuare un'analisi preventiva delle acque finalizzata ad accertare la eventuale presenza di sostanze aggressive per il calcestruzzo e/o le armature.

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2. Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A5) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)



B2) Classi di esposizione ambientale: XC2 (elementi permanentemente immersi) o XC4 (elementi parzialmente immersi)

B3) Rapporto a/c max: 0,50

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(32/40)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 340 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 2,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

B12) Profondità media della penetrazione di acqua (UNI EN 12390-8): 20 mm

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 30 mm (40 per opere in c.a.p.) per strutture completamente immerse; 35 mm (45 mm per opere in c.a.p.) per strutture parzialmente immerse

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera: (R<sub>ck</sub> minima in opera valutata su carote h/d = 1): C(x/y)<sub>opera</sub> > 0,85 C(x/y) ≥ 34 N/mm<sup>2</sup>

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassetata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Utilizzo di profili water-stop in corrispondenza delle riprese di getto verticali e orizzontali oppure iniezione con resine espandenti mediante tubi microforati

C5) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	≥ 450 MPa
Limite di rottura $f_t$	≥ 540 MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	≥ 7%
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	≤ 1,25
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione 1,5 ÷ 4%)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

### Strutture in ambiente marino

*Questa sezione è dedicata alle opere situate in ambiente marino e riguarda sia quelle tipologie di strutture direttamente in contatto con l'acqua di mare quali i moli, i pontili, i bacini di carenaggio, le strutture off-shore, le vasche di impianti ittici e quelle degli impianti di raffreddamento che utilizzano acqua di mare, che le strutture e infrastrutture che si trovano in prossimità della costa ad una distanza di circa 2-3 km dal mare che sono interessate dall'aerosol marino e, quindi, dai sali trasportati per effetto eolico.*

Per le particolari condizioni climatiche esistenti sul territorio nazionale tutta la fascia costiera italiana inclusa quella delle regioni adriatiche del Nord Italia è caratterizzata da condizioni climatiche che escludono la presenza di un numero di cicli di gelo/disgelo annuale sufficiente per promuovere il degrado del calcestruzzo.

Pertanto, le strutture situate in queste aree sono inquadrabili in zone dal clima sostanzialmente temperato.

Le strutture marine sono riconducibili a due tipologie fondamentali:

- quelle aeree non in contatto diretto con l'acqua di mare. Questa tipologia di opere riguarda gli edifici in calcestruzzo situati lungo la costa che sono esposti all'azione combinata dell'anidride carbonica gassosa e del cloruro di origine marina trasportato dal vento a contatto con gli elementi in calcestruzzo delle facciate esterne. Entrambi questi agenti, come ben noto, sono aggressivi nei confronti delle armature in quanto possono promuoverne la corrosione.

Particolarmente interessati a questa problematica sono gli elementi in calcestruzzo esterni dei fabbricati quali i pilastri di piani porticati, le solette di balconi e terrazzi, i parapetti in conglomerato cementizio, i corpi scale e i nuclei ascensori esterni e in generale tutti gli elementi del telaio in calcestruzzo armato che costituiscono l'involucro del fabbricato. Ovviamente, sono interessati da questa problematica anche tutti gli elementi dell'arredo urbano che si trovano sui lungomare e le infrastrutture quali ponti, viadotti e passerelle pedonali in prossimità della costa. L'azione combinata dell'anidride carbonica e del cloruro in queste strutture può risultare particolarmente deleteria nei confronti dell'armatura promuovendo una corrosione intensa in tempi molto rapidi. Per fronteggiare l'attacco aggressivo rivolto nei confronti di queste strutture, che in accordo alla norma UNI 11104 sono inquadrabili nella classe di esposizione XC4 + XS1, occorre adottare provvedimenti relativamente stringenti in termini di rapporto a/c massimo finalizzato alla riduzione della porosità onde rallentare il processo di diffusione di queste sostanze aggressive nel conglomerato. Per conseguire questo obiettivo si deve garantire per il conglomerato una resistenza caratteristica a compressione minima pari a C32/40. A questa prescrizione occorre aggiungere quella relativa al co priferro il cui spessore non deve risultare inferiore a 40 mm (50 mm per gli elementi in c.a.p.). Le prescrizioni di capitolato relative a questo tipo di struttura sono riportate nel paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture aeree in zonamarina non in contatto diretto con acqua di mare";

- quelle parzialmente emerse interessate direttamente dall'azione dell'acqua di mare. Questa tipologia di opere include i pontili di attracco delle navi, i moli, i piazzali di stoccaggio dei container, i bacini di carenaggio per la

costruzione e la manutenzione delle navi, le pile e gli impalcati dei viadotti a mare e gli elementi in calcestruzzo armato delle piattaforme off-shore. In queste strutture l'azione degradante è particolarmente intensa in quanto,

unitamente ai fenomeni di corrosione promossi dall'anidride carbonica dell'aria e dal cloruro disciolto nell'acqua di mare, si possono sommare gli effetti meccanici derivanti dall'abrasione dei solidi sospesi favorita dall'azione

delle maree, quelli di impatto dovuti all'azione delle onde nonché, nelle zone di bagnasciuga, gli effetti dovuti ai fenomeni di cristallizzazione salina.

Per queste opere fortemente esposte al rischio di degrado, inquadrabili in accordo alla norma UNI 11104 nella classe di esposizione XC4 + XS3, la classe di resistenza minima prevista per il calcestruzzo è la C35/45 cui occorre associare un copriferro minimo di 50 mm (60 mm per le opere in c.a.p.). Le prescrizioni di capitolato relative a queste opere sono riportate nel paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture in zona marina in contatto diretto con acqua di mare". Resta inteso che, soprattutto per le opere che sono interessate dall'azione delle maree e delle onde, a causa delle estreme condizioni di aggressione dell'ambiente, i provvedimenti relativi alla scelta della qualità del calcestruzzo rappresentano solo uno dei tasselli che concorrono alla realizzazione di opere durevoli. A questi provvedimenti, infatti, occorrerà associare quelli tesi, mediante un'attenta progettazione strutturale, ad evitare la comparsa di lesioni di notevole ampiezza che potrebbero esaltare i processi di degrado delle armature. Allo scopo, pertanto, per quelle strutture situate nella zona degli spruzzi e delle onde l'utilizzo di acciai zincati o, ancor meglio, inossidabili potrebbe risultare decisivo per garantire la vita utile prevista per la struttura. Per quelle opere ove è richiesta una vita utile maggiore (100 anni), infine, i provvedimenti da adottare debbono essere valutati caso per caso, in relazione alle condizioni di aggressione cui realmente sono esposte, e non debbono escludere necessariamente il ricorso, oltre che a prescrizioni più stringenti rispetto a quelle previste per le opere in Classe 1 di Vita Utile 1 relativamente al calcestruzzo e al copriferro, l'impiego di acciai inossidabili, di rivestimenti protettivi oltre che il ricorso a calcestruzzi speciali fibrorinforzati per la realizzazione di quegli elementi soggetti all'azione impulsiva delle onde.

*a) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture aeree in zona marina non in contatto diretto con acqua di mare.*

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture aeree in zona marina non in contatto diretto con l'acqua di mare, in classe di esposizione XC4 + XS1 (UNI 11104),  $R_{ck}$  40 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm,  $D_{max}$  32 mm, CI 0,4.*

Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte alle strutture aeree situate in zona marina che non vengono in contatto diretto con l'acqua di mare. Pertanto, esse sono destinate al calcestruzzo per la realizzazione di pilastri, travi, solette e parapetti di balconi e terrazze, corpi scala e nuclei ascensore di fabbricati fronte-mare interessati dall'azione dell'aerosol marino. Le prescrizioni contenute nella presente scheda, inoltre, possono essere estese agli elementi in calcestruzzo armato che costituiscono l'arredo urbano. Infine, esse attengono alla realizzazione di strutture in calcestruzzo quali ponti, viadotti, impalcati e passerelle pedonali che si trovano in prossimità della costa ad una distanza dal mare, variabile in relazione alle condizioni

microclimatiche esistenti, compresa tra 2 e 3 km circa. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda riguardano strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005) situate in zone a clima temperato che comprendono l'intera fascia costiera del nostro Paese inclusa quella adriatica delle regioni settentrionali (notoriamente più fredda).

Avvertenze

Per le strutture aeree in clima temperato distanti dal mare più di 3 km consultare il precedente paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di interni ad umidità relativa dell'aria moderata o elevata o strutture esterne al riparo della pioggia di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario in zone a clima temperato". Per gli elementi strutturali che in parte o *in toto* si trovano in servizio direttamente esposti all'ambiente esterno in aree a clima rigido consultare le schede dei precedenti paragrafi "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture idrauliche in contatto con acque non

contenenti anidride carbonica aggressiva situate in aree a clima rigido” e “Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture idrauliche in contatto con acque contenenti anidride carbonica aggressiva situate in aree a clima rigido”. Per le strutture in zona marina a contatto diretto con acqua di mare consultare il successivo paragrafo “Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture in zona marina in contatto diretto con acqua di mare”.

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

- A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008
- A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2
- A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2
- A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2.
- A5) Cemento CEM III o CEM IV 42,5R conforme alla norma UNI EN 197-1 (in alternativa CEM II e cenere volante o fumo di silice in parziale sostituzione del cemento in accordo alla UNI EN 206-1 e UNI 11104)
- A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2.

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

- B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)
- B2) Classi di esposizione ambientale: XC4 + XS3
- B3) Rapporto a/c max: 0,45
- B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(35/45)
- B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)
- B6) Dosaggio minimo di cemento: 360 kg/m<sup>3</sup>
- B7) Aria intrappolata: max 2,5%
- B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)
- B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4
- B10) Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm
- B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

#### Prescrizioni per la struttura

- C1) Copriferro minimo: 50 mm (60 per opere in c.a.p.)
- C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera (R<sub>ck</sub> minima in opera valutata su carote h/d = 1):  
 $C(x/y)_{opera} > 0,85 C(x/y) \geq 38,5 \text{ N/mm}^2$
- C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni
- C4) Acciaio B450C inossidabile conforme al punto 11.2.2.9.1 del D.M. 14.9.2005 e alla normativa europea applicabile:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_{7\%}$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_{7\%}/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$

*b) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture in zona marina in contatto diretto con acqua di mare*

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture aeree in zona marina in contatto diretto con l'acqua di mare, in classe di esposizione XC4 + XS3 (UNI 11104),  $R_{ck}$  45 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm,  $D_{max}$  32 mm, CI 0,4*

Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono dedicate alle strutture marine in contatto diretto con l'acqua di mare. Pertanto, esse sono destinate al calcestruzzo per la realizzazione di moli, pontili, pavimenti portuali adibiti allo stoccaggio e alla movimentazione delle merci, pile e viadotti in mare, strutture off-shore per l'estrazione del metano e del petrolio, bacini di carenaggio per la manutenzione delle navi. Inoltre, queste prescrizioni possono essere estese alla realizzazione di vasche di impianti ittici o di impianti di raffreddamento che utilizzano acqua di mare. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda riguardano strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005) situate in zone a clima temperato che comprendono l'intera fascia costiera del nostro Paese inclusa quella adriatica delle regioni settentrionali (notoriamente più fredda).

Avvertenze

Per le strutture in zona marina non in contatto diretto con acqua di mare (edifici, elementi dell'arredo urbano, ponti e passerelle pedonali situate lungo la costa ad una distanza di 2-3 km dal mare) consultare il precedente paragrafo "calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture aeree in zona marina non in contatto diretto con acqua di mare".

Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Cemento CEM III o CEM IV 42,5R conforme alla norma UNI EN 197-1 (in alternativa CEM II e cenere volante o fumo di silice in parziale sostituzione del cemento in accordo alla UNI EN 206-1 e UNI 11104)

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2.

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC4 + XS3

B3) Rapporto a/c max: 0,45

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(35/45)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 360 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 2,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 50 mm (60 per opere in c.a.p.)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera (Rck minima in opera valutata su carote h/d = 1):  
C(x/y)opera > 0,85 C(x/y) ≥ 38,5 N/mm<sup>2</sup>

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C inossidabile conforme al punto 11.2.2.9.1 del D.M. 14.9.2005 e alla normativa europea applicabile:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_{7\%}$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_{7\%}/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}}/f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$

#### Strutture e infrastrutture stradali

Questa sezione è dedicata al calcestruzzo destinato alla realizzazione delle strutture ed infrastrutture stradali e riguarda pertanto i ponti, i viadotti, i tombini di attraversamento, le

*pavimentazioni stradali in calcestruzzo, i muri di sostegno e le strutture accessorie per la raccolta e l'instradamento delle acque meteoriche.*

Questa tipologia di elementi strutturali è raggruppabile in due grandi categorie:

- le infrastrutture in clima temperato ove risulta saltuario l'impiego di Sali disgelanti a base di cloruro (qualche ciclo di salatura all'anno). Gli elementi in calcestruzzo che operano in queste aree sono sostanzialmente esposti agli

stessi rischi di degrado delle strutture esterne che si trovano esposte direttamente all'azione dell'acqua piovana e riconducibili essenzialmente ai fenomeni di corrosione promossi dall'anidride carbonica gassosa presente nell'aria.

I meccanismi di degrado relativi sono stati già ampiamente discussi nella Sezione 2 relativa alle strutture aeree in clima temperato, cui si rimanda per un approfondimento. Le prescrizioni di capitolato relative alle infrastrutture stradali in clima temperato, quindi, coincidono con quelle riportate nel precedente paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di interni ad umidità relativa dell'aria moderata o elevata o strutture esterne al riparo della pioggia di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario in zone a clima temperato". Tuttavia, per comodità di lettura queste prescrizioni vengono riportate nella presente sezione nel successivo paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture e infrastrutture stradali in zone a clima temperato";

- le infrastrutture in clima rigido laddove per prevenire la formazione del ghiaccio sulla sede stradale si fa ampio utilizzo di soluzioni saline a base di cloruro di sodio e di calcio miste a pietrischetto per aumentare l'attrito dei

pneumatici sulla pavimentazione. Queste strutture, quindi, si trovano esposte ad un molteplice rischio di aggressione derivante dall'azione combinata:

- dell'anidride carbonica dell'aria nei confronti dei ferri;
- dallo ione cloruro quale anch'esso agente depassivante dell'armatura;
- dei sali disgelanti nei confronti del calcestruzzo;
- dei cicli di gelo-disgelo sia sulla matrice cementizia che sugli aggregati lapidei.

Per queste strutture, quindi, occorre adottare dei provvedimenti congiunti finalizzati alla prevenzione di tutti i possibili meccanismi di degrado cui le stesse sono sottoposte.

Maggiormente esposte al rischio di degrado sono quelle parti di opera che sono direttamente interessate dai trattamenti di salatura quali le pavimentazioni stradali prive di manto in conglomerato bituminoso, le rampe di accesso ai garage e ai parcheggi multipiano situate in clima rigido, le pavimentazioni interne in calcestruzzo di parcheggi multipiano esterni che vengono in contatto con i sali disgelanti trasportati dalle ruote dei veicoli e che sono sottoposte anche ai cicli di gelo disgelo (essendo generalmente questi fabbricati privi di tamponamenti). Il degrado promosso dall'azione congiunta dell'anidride carbonica, del gelo e dei sali disgelanti a base di cloruro può interessare anche quegli elementi dei ponti e viadotti che sono situati al di sotto dell'impalcato (travi, pulvini e le stesse pile) allorquando la raccolta e lo smaltimento delle acque provenienti dalla sede stradale non sono realizzati efficacemente da determinare un percolamento delle soluzioni saline.

Particolarmente esposte a questo rischio sono le porzioni di struttura che si trovano al di sotto dei giunti dell'impalcato dove il percolamento generalmente determina un precoce degrado sia delle testate delle travi che delle zone di appoggio (pulvini e baggioli). Queste strutture in accordo con la norma UNI 11104 sono inquadrabili:

- nella classe di esposizione XC4 + XF3 + XD3 se esse sono a sviluppo prevalentemente verticale, come nel caso delle pile o delle superfici laterali delle travi di riva o dei pulvini in assenza di un corretto smaltimento dell'acqua piovana dalle zone estradossali dell'impalcato;
- nella classe di esposizione XC4 + XF4 + XD3 se esse sono a sviluppo prevalentemente orizzontale, come nel caso delle pavimentazioni stradali, delle rampe di accesso a garage e parcheggi multipiano, dei pavimenti in calcestruzzo

di parcheggi esterni fuori terra privi di tamponamenti e/o di riscaldamento.

Per entrambe queste tipologie strutturali le prescrizioni per semplicità possono essere riassunte in una scheda unica (scheda 6.2) e attengono sia alla resistenza caratteristica minima C28/35, all'utilizzo di additivi aeranti e di aggregati non gelivi necessari ad allentare le tensioni indotte dai cicli di gelo-disgelo e allo spessore del copriferro che deve risultare non inferiore a 50 mm (60 mm per gli elementi in c.a.p.).

Oltre alle tipologie di struttura sopramenzionate, sono esposte a forte rischio di degrado quegli elementi dell'impalcato dei ponti e viadotti che sono interessati dagli schizzi di acque che contengono sali disgelanti quali le zone di marciapiede o di sicurvia a margine della carreggiata, le zone basali dei muri di sostegno situate al lato della strada, le zone di piedritto dei rivestimenti in calcestruzzo delle gallerie oltre alle cunette in conglomerato adibite allo smaltimento delle acque contenenti cloruri. Allo stesso modo il degrado interessa anche le barriere spartitraffico realizzate in calcestruzzo (New Jersey). Queste tipologie strutturali sono inquadrabili in accordo alla norma UNI 11104 nella classe di esposizione:

- XC4 + XF3 + XD1 per le strutture a sviluppo verticale quali i muri di sostegno al lato strada, i rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e le barriere New Jersey;
- XC4 + XF4 + XD1 per le strutture a sviluppo prevalentemente orizzontale come le zone di marciapiede e di sicurvia degli impalcati da ponte o dei camminamenti a margine di pavimenti in calcestruzzo.

Per semplicità le prescrizioni di capitolato per queste tipologie strutturali possono essere riassunte in un'unica scheda e sostanzialmente coincidono con quelle relative alle strutture direttamente esposte alle soluzioni saline contenenti cloruro.

In definitiva, quindi, per tutte le opere che indirettamente o direttamente sono esposte all'azione di soluzioni saline contenenti cloruro si possono adottare le prescrizioni del seguente paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture ed infrastrutture stradali situate in aree a clima rigido e sottoposte a trattamenti con sali disgelanti a base di cloruro".

Resta inteso che, soprattutto per le porzioni di struttura che sono interessate da un costante percolamento di soluzioni saline, a causa delle estreme condizioni di aggressione dell'ambiente, i provvedimenti relativi alla scelta della qualità del calcestruzzo rappresentano solo uno dei tasselli che concorrono alla realizzazione di opere durevoli. A questi provvedimenti, infatti, occorrerà associare quelli tesi, mediante un'attenta progettazione strutturale, ad evitare la comparsa di lesioni di notevole ampiezza che potrebbero esaltare i processi di degrado delle armature oltre che a garantire un corretto smaltimento delle acque piovane. Allo scopo, pertanto, per quelle porzioni di struttura situate in prossimità dei giunti dell'impalcato dei ponti ove è richiesta una vita utile maggiore (100 anni) i provvedimenti da adottare debbono essere valutati caso per caso, non escludendo il ricorso, oltre che a prescrizioni più stringenti rispetto a quelle previste per le opere in Classe 1 di Vita Utile relativamente al calcestruzzo e al copriferro, all'impiego di acciai inossidabili e di rivestimenti protettivi.

*a) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture e infrastrutture stradali in zone a clima temperato*



*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture ed infrastrutture stradali in clima temperato, in classe di esposizione XC4 (UNI 11104),  $R_{ck}$  40 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm,  $D_{max}$  32 mm, CI 0,4*

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte agli elementi in calcestruzzo delle strutture ed infrastrutture stradali che operano in zone a clima temperato ove il ricorso al trattamento con sali disgelanti è limitato a pochi cicli all'anno. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, pertanto, sono rivolte alle pavimentazioni stradali in calcestruzzo prive di manto bituminoso, alle pile, ai pulvini, alle solette in calcestruzzo di ponti e viadotti, ai tombini di attraversamento, alle strutture di sostegno a lato delle strade, alle cunette per la raccolta delle acque piovane che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005).

#### Avvertenze

Per le fondazioni delle pile dei ponti e viadotti si consulti il paragrafo relativo alle opere di fondazione. Per le pavimentazioni stradali in calcestruzzo, per quelle di accesso a garage e parcheggi, per le pile, i pulvini e le solette di viadotti e impalcati, per i muri di sostegno e le cunette di raccolta delle acque a lato di strade che operano in clima rigido e che, pertanto, vengono sottoposte a costanti trattamenti di salatura durante il periodo invernale si consulti il seguente paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture ed infrastrutture stradali situate in aree a clima rigido e sottoposte a trattamenti con sali disgelanti a base di cloruro". Per le pavimentazioni stradali in calcestruzzo, per quelle di accesso a garage e parcheggi, per le pile, i pulvini e le solette di viadotti e impalcati, per i muri di sostegno e le cunette di raccolta delle acque a lato di strade situate lungo le coste e sottoposte all'azione dell'aerosol marino (edifici situati lungo la costa) consultare il precedente paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture aeree in zona marina non in contatto diretto con acqua di mare".

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC4

B3) Rapporto a/c max: 0,50

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(32/40)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 340 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 2,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 35 mm (45 per opere in c.a.p)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera ( $R_{ck}$  minima in opera valutata su carote  $h/d = 1$ ):  
 $C(x/y)_{opera} > 0,85$   $C(x/y) \geq 34$  N/mm<sup>2</sup>

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione 1,5 ÷ 4%)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

b) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture ed infrastrutture stradali situate in aree a clima rigido e sottoposte a trattamenti con sali disgelanti a base di cloruro

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture ed infrastrutture stradali in zone a clima rigido sottoposte a trattamento con sali disgelanti a base di cloruro:

- nella classe di esposizione XC4 + XF3 + XD3 (UNI 11104) se esse sono a sviluppo prevalentemente verticale come nel caso delle pile o delle superfici laterali delle travi di riva o dei pulvini in assenza di un corretto smaltimento dell'acqua piovana dalle zone estradossali dell'impalcato;

- nella classe di esposizione XC4 + XF4 + XD3 (UNI 11104) se esse sono a sviluppo prevalentemente orizzontale come nel caso delle pavimentazioni stradali, delle rampe di accesso a garage e parcheggi multipiano, dei pavimenti in calcestruzzo di parcheggi esterni fuori terra privi di tamponamenti e/o di riscaldamento;
- nella classe di esposizione XC4 + XF3 + XD1 (UNI 11104) per le strutture a sviluppo verticale quali i muri di sostegno al lato strada, i rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e le barriere New Jersey;
- nella classe di esposizione XC4 + XF4 + XD1 (UNI 11104) per le strutture a sviluppo prevalentemente orizzontale come le zone di marciapiede e di sicurvia degli impalcati da ponte o dei camminamenti a margine di pavimenti in calcestruzzo, Rck 35 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm,

$D_{max}$  32 mm, aria inglobata 5 ± 1%, Cl 0,4, aggregati non gelivi F2 o MS25

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono relative a strutture ed infrastrutture stradali che sono situate in zona a clima rigido e che, pertanto, durante il periodo invernale sono sottoposte a trattamenti con sali disgelanti per la prevenzione o per la rimozione del ghiaccio dalla sede stradale. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, quindi, sono rivolte a elementi strutturali a sviluppo prevalentemente verticale come nel caso delle pile o delle superfici laterali delle travi di riva o dei pulvini di ponti e viadotti in assenza di un corretto smaltimento dell'acqua piovana dalle zone estradossali dell'impalcato. Suddette prescrizioni, inoltre, attengono alle opere a sviluppo prevalentemente orizzontale come nel caso delle

pavimentazioni stradali, delle rampe di accesso a garage e parcheggi multipiano, dei pavimenti in calcestruzzo di parcheggi esterni fuori terra privi di tamponamenti e/o di riscaldamento. Le prescrizioni della presente scheda possono essere estese alle strutture a sviluppo verticale quali i muri di sostegno al lato strada, i rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e le barriere New Jersey oltre che alle zone di marciapiede e di sicurvia degli impalcati da ponte o dei camminamenti a margine di pavimenti in calcestruzzo.

#### Avvertenze

Per le strutture ed infrastrutture stradali che operano in zone a clima temperato dove i trattamenti con sali disgelanti sono limitati a pochi cicli all'anno consultare il precedente paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture e infrastrutture stradali in zone a clima temperato". Per le pavimentazioni in calcestruzzo non armate e provviste di semplice rete elettrosaldata consultare il paragrafo relativo a "calcestruzzi speciali: i calcestruzzi autocompattanti (Self-Compacting Concrete: SCC)".

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A3.a) Additivo aerante conforme al prospetto 5 della norma UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520- 2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi

riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2; aggregati non gelivi aventi assorbimento d'acqua inferiore all'1% o appartenenti alle classi F2 o MS25 in accordo alla UNI EN 12620

A5) Cemento CEM III o CEM IV (in alternativa CEM II e cenere volante o fumo di silice in parziale sostituzione) conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale in accordo alla seguente tabella:

<b>Classe di esposizione</b>	<b>Struttura o elemento strutturale</b>
XC4 + XF3 + XD3	pile o delle superfici laterali delle travi di riva o dei pulvini in assenza di un corretto smaltimento dell'acqua piovana dalle zone estradossali dell'impalcato
XC4 + XF4 + XD3	pavimentazioni stradali, rampe di accesso a garage e parcheggi multipiano, pavimenti in calcestruzzo di parcheggi esterni fuori terra privi di tamponamenti e/o di riscaldamento
XC4 + XF3 + XD1	muri di sostegno al lato strada, rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e barriere New Jersey
XC4 + XF4 + XD1	zone di marciapiede e di sicurvia degli impalcati da ponte o dei camminamenti a margine di pavimenti in calcestruzzo

B3) Rapporto a/c max: 0,45

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(28/35)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 360 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria inglobata: 5,0 ± 1%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo in accordo alla tabella che segue:

Classe di esposizione	Struttura o elemento strutturale	Copriferro (mm)
XC4 + XF3 + XD3	pile o delle superfici laterali delle travi di riva o dei pulvini in assenza di un corretto smaltimento dell'acqua piovana dalle zone estradossali dell'impalcato	50/60
XC4 + XF4 + XD3	pavimentazioni stradali, rampe di accesso a garage e parcheggi multipiano, pavimenti in calcestruzzo di parcheggi esterni fuori terra privi di tamponamenti e/o di riscaldamento	50/60
XC4 + XF3 + XD1	muri di sostegno al lato strada, rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e barriere New Jersey	40/50
XC4 + XF4 + XD1	zone di marciapiede e di sicurvia degli impalcati da ponte o dei camminamenti a margine di pavimenti in calcestruzzo	40/50

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera ( $R_{ck}$  minima in opera valutata su carote  $h/d = 1$ ):  $C(x/y)_{opera} > 0,85 C(x/y) 30 \text{ N/mm}^2$

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassetata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C inossidabile conforme al punto 11.2.2.9.1 del D.M. 14.9.2005 e alla normativa europea applicabile:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450 \text{ MPa}$
Limite di rottura $f_{7\%}$	$\geq 540 \text{ MPa}$
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_{7\%}/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$

### Strutture di grandi dimensioni (massive)

Questa sezione è dedicata alle strutture massive di grande dimensione ed è relativa ai plinti di spessore maggiore di 1,5 m, alle fondazioni a platea di spessore superiore a 80 cm, ai muri di sostegno di spessore maggiore di 60-80 cm, alle fondazioni delle presse per lo stampaggio delle lamiere, ai muri perimetrali di grande spessore nelle sale di radiologia dove è necessario un opportuno schermo alle radiazioni delle macchine utilizzate, ai grandi blocchi di ancoraggio dei tiranti delle antenne dei ponti, alle banchine portuali e agli elementi per la protezione delle coste dall'azione erosiva del mare.

Per queste strutture, caratterizzate da rilevanti volumi di calcestruzzo, è fondamentale attenuare i gradienti termici che si instaurano tra le zone centrali del getto e quelle periferiche. Queste ultime, infatti, per la maggiore dissipazione del calore rispetto alle zone del "cuore" della struttura, tendono a portarsi in equilibrio con la temperatura ambientale. Per contro, le zone interne, per la bassa diffusività termica del calcestruzzo, sono caratterizzate da condizioni adiabatiche con assenza di calore dissipato e, pertanto, subiscono un forte innalzamento di temperatura. Per effetto di questi gradienti termici si instaurano nelle strutture degli stati tensionali di trazione che possono

determinare la comparsa di dannosi quadri fessurativi sia sulla corteccia che nell'intimo dell'opera. Per queste strutture, quindi, occorre limitare

il contenuto di cemento responsabile dello sviluppo di calore e ricorrere all'impiego di cementi Low Heat (a basso sviluppo di calore) in accordo alla norma UNI EN 197-2006. Unitamente a queste prescrizioni occorre proteggere opportunamente le superfici, casserate e non, del getto mediante pannelli di materiale termoisolante onde limitare il calore dissipato dagli strati corticali della struttura verso l'ambiente esterno.

Le strutture massive sono essenzialmente raggruppabili in:

- strutture massive interrate: questo gruppo include i plinti e le platee di fondazione, le fondazioni di macchine di turbine negli impianti di produzione dell'energia elettrica, i blocchi di ancoraggio dei tiranti delle antenne dei

ponti. Queste strutture sono inquadrabili nella classe di esposizione XC2 e sono sottoposte ad un blando rischio di aggressione da parte dell'anidride carbonica che può essere prevenuto ricorrendo all'impiego di calcestruzzi con classe di resistenza minima C25/30 e adottando un copriferro di 30 e 40 mm rispettivamente per opere in c.a. e c.a.p. Le prescrizioni di capitolato per questa tipologia di strutture sono state già presentate nel capitolo relativo alle opere di fondazione e vengono per comodità ripresentate al seguente punti a);

- strutture massive esposte all'esterno direttamente all'azione della pioggia:

questo gruppo include i muri di sostegno di grande spessore e le pile da ponte di grande diametro che si trovano esposti sia in clima temperato che rigido. Queste strutture sono inquadrabili nelle classi di esposizione XC4 (clima temperato) e XC4 + XF1 (clima rigido) per le quali si deve ricorrere all'impiego di conglomerato con una classe di resistenza minima C32/40. Le prescrizioni di capitolato per queste strutture sono riportate nel seguente punto b);

- strutture massive in ambiente marino: questo gruppo include fundamentalmente i grandi blocchi di calcestruzzo utilizzati per la protezione delle coste dall'azione del mare e le banchine portuali di spessore maggiore di 60-80 cm circa. Queste strutture sono inquadrabili nella classe di esposizione XS3 + XC4 per le quali la norma UNI 11104 impone l'impiego di calcestruzzo con una classe di resistenza minima a compressione di C35/45 cui associare un copriferro di 50 e 60 mm rispettivamente per opere in c.a. e c.a.p. Le prescrizioni di capitolato per queste strutture sono riportate al seguente paragrafo c).

In ognuna delle schede sopramenzionate le prescrizioni di capitolato finalizzate al rispetto dei requisiti di durabilità debbono essere integrate con quelle relative alla minimizzazione dei gradienti termici. Allo scopo suddette prescrizioni prevedono l'impiego di cementi a basso sviluppo di calore (LH) in accordo alla UNI EN 197/1. Inoltre, il progettista può specificare lo sviluppo massimo del calore di idratazione o, in alternativa, la massima temperatura di innalzamento del calcestruzzo in condizioni adiabatiche.

Resta inteso che per evitare la comparsa dei quadri fessurativi connessi con lo sviluppo dei gradienti termici alle prescrizioni di capitolato relative al calcestruzzo occorre aggiungere quelle relative alla protezione delle superfici casserate e non del getto con materassini termoisolanti che riducano il gradiente termico tra nucleo e periferia del getto.

a) *Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di fondazione<sup>1</sup> e muri interrati di grande spessore*

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di fondazione massive (di grande spessore) in classe di esposizione XC2 (UNI 11104),  $R_{ck}$  30 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm,  $D_{max}$  32 mm, CI 0,4, cemento "LH" a basso sviluppo di calore in accordo alla UNI EN 197-1*

Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte alle strutture di fondazione e ai muri interrati di grande spessore in contatto con terreni non aggressivi e attengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005). Le prescrizioni di capitolato, in particolare, sono rivolte a plinti di dimensioni minime superiori a 1,5 m, a platee di fondazione e muri di spessore superiore a 80 cm.

#### Avvertenze

Prima di procedere all'utilizzo della presente prescrizione di capitolato è opportuno eseguire un'analisi chimica del terreno tesa ad accertare la eventuale presenza di solfati. Questa esigenza diventa stringente soprattutto quando si debbono fondare opere su terreni agricoli (o nelle vicinanze) in quanto la probabilità che i solfati siano presenti risulta elevata a causa dell'utilizzo dei fertilizzanti (ad esempio, a base di solfato d'ammonio). Nel caso venisse accertata dall'analisi la presenza di solfato in misura superiore a 2000 mg/kg (come  $\text{SO}_4^{2-}$ ), integrare le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda e relative allo sviluppo di calore di idratazione unitario del cemento, al dosaggio massimo di cemento e alle protezioni termoisolanti del getto con quelle riportate nel paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di fondazione in terreni aggressivi".

Per le opere di fondazione di piccole dimensioni in contatto con terreni non contenenti solfato utilizzare le prescrizioni di capitolato riportate nel paragrafo "Calcestruzzo destinato a strutture di fondazione in terreni non aggressivi".

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A4) Cemento LH a basso sviluppo di calore in accordo al punto 7 della norma UNI EN 197/1-2006 con calore di idratazione unitario a 7 giorni inferiore a 270 J/g (determinato in accordo alla UNI EN 196-8)

A5) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC2

B3) Rapporto a/c max: 0,60

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(25/30)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Aria intrappolata: max 2,5%

B7) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B8) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4



B9) Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm

B10) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122):  $< 0,1\%$

Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 30 mm (40 per opere in c.a.p.). Per getti controterra su terreno preparato: copriferro minimo 40 mm. Per getti controterra su terreno non preparato: copriferro minimo 70 mm

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera ( $R_{ck}$  minima in opera valutata su carote  $h/d = 1$ ):  
 $C(x/y)_{opera} > 0,85$   $C(x/y) \geq 25,5$  N/mm<sup>2</sup>

C3) Protezione delle superfici casserate e non del getto con pannelli termoisolanti di polistirolo espanso estruso di spessore pari a 50 mm (o con materassini di equivalente resistenza termica) per almeno 7 giorni. Sulle superfici non casserate prima della predisposizione dei materassini termoisolanti coprire la superficie del calcestruzzo fresco con un foglio di politene

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione $1,5 \div 4\%$ )
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

b) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione "massive" di grande spessore che in servizio sono esposte all'azione della pioggia in zone a clima temperato e rigido

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di elevazione di grande spessore che operano in servizio all'esterno esposte direttamente all'azione della pioggia in zona a clima temperato o rigido, in classe di esposizione XC4 o XC4 + XF1 (UNI 11104),  $R_{ck}$  40 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm,  $D_{max}$  32 mm, CI 0,4, cemento "LH" con sviluppo di calore inferiore o uguale a 270 J/g: UNI EN 197-1

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte alle strutture di elevazione di grande spessore quali le pile da ponte di diametro maggiore di 1m, i muri di sostegno di spessore maggiore di 60-80 cm e i muri di elevazione di camere radiologiche dove è necessario realizzare una opportuna schermatura per le radiazioni prodotte dalle macchine. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda sono rivolte a elementi che



appartengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005) e sono situate in aree del Paese caratterizzate sia da clima temperato che rigido.

#### Avvertenze

Per elementi di grande spessore interrati quali i plinti e le platee di fondazione o i muri cantinati consultare il precedente punto a). Per elementi di grande spessore quali banchine e blocchi di protezione delle coste dall'azione del mare consultare il seguente punto c).

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. In particolare: assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla

metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Aggregati non gelivi aventi assorbimento d'acqua inferiore all'1% o appartenenti alle classi F4 o MS35 in accordo alla UNI EN 12620 (solo clima rigido)

A6) Cemento LH a basso sviluppo di calore in accordo al punto 7 della norma UNI EN 197/1-2006 con calore di idratazione unitario a 7 giorni inferiore o uguale a 270 J/g (determinato in accordo alla UNI EN 196-8)

A7) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC4 (clima temperato) o XC4 + XF1 (clima rigido)

B3) Rapporto a/c max: 0,50

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(32/40)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m³)

B6) Aria intrappolata: max 2,5%

B7) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B8) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B9) Classe di consistenza al getto S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm

B10) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 35 mm (45 per opere in c.a.p.)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera: ( $R_{ck}$  minima in opera valutata su carote  $h/d = 1$ ):  
 $C(x/y)_{opera} > 0,85 \ C(x/y) \geq 34 \text{ N/mm}^2$

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassetata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Protezione delle superfici cassetate e non del getto con pannelli termoisolanti di polistirolo espanso estruso di spessore pari a 50 mm (o con materassini di equivalente resistenza termica) per almeno 7 giorni. Sulle superfici non cassetate prima della predisposizione dei materassini termoisolanti coprire la superficie del calcestruzzo fresco con un foglio di polietilene

C5) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450 \text{ MPa}$
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540 \text{ MPa}$
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione $1,5 \div 4\%$ )
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

c) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture "massive" in zona marina in contatto diretto con acqua di mare

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture massive di grandi dimensioni in zona marina in contatto diretto con l'acqua di mare, in classe di esposizione XC4 + XS3 (UNI 11104),  $R_{ck}$  45 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30 \text{ mm}$ ,  $D_{max}$  32 mm, CI 0,4, cemento "LH" con sviluppo di calore inferiore o uguale a 270 J/g; UNI EN 197-1*

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono dedicate alle strutture marine massive di grande spessore in contatto diretto con l'acqua di mare. Pertanto, esse sono destinate al calcestruzzo per la realizzazione di banchine portuali di spessore maggiore di 60-80 cm e di blocchi destinati alla protezione delle coste dall'azione erosiva esercitata dall'acqua di mare. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda riguardano strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005) situate in zone a clima temperato che comprendono l'intera fascia costiera del nostro Paese inclusa quella adriatica delle regioni settentrionali (notoriamente più fredda).

#### Avvertenze

Per le strutture massive di fondazione consultare il precedente punto a); per quelle massive di elevazione in zone a clima rigido o temperato consultare il precedente punto b).

Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. In particolare: assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Cemento LH a basso sviluppo di calore in accordo al punto 7 della norma UNI EN 197/1-2006 con calore di idratazione unitario a 7 giorni inferiore o uguale a 270 J/g (determinato in accordo alla UNI EN 196-8)

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e

UNI EN 13263 parte 1 e 2

Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC4 + XS3

B3) Rapporto a/c max: 0,45

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(35/45)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Aria intrappolata: max 2,5%

B7) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B8) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B9) Classe di consistenza al getto: S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm

B10) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 50 mm (60 per opere in c.a.p.)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera: (R<sub>ck</sub> minima in opera valutata su carote h/d = 1): C(x/y)<sub>opera</sub> > 0,85 C(x/y) ≥ 38,5 N/mm<sup>2</sup>

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Protezione delle superfici casserate e non del getto con pannelli termoisolanti di polistirolo espanso estruso di spessore pari a 50 mm (o con materassini di equivalente resistenza termica) per almeno 7 giorni. Sulle superfici non casserate prima della predisposizione dei materassini termoisolanti coprire la superficie del calcestruzzo fresco con un foglio di politene

C5) Acciaio B450C inossidabile conforme al punto 11.2.2.9.1 del D.M. 14.9.2005 e alla normativa europea applicabile:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450 \text{ MPa}$
Limite di rottura $f_{7\%}$	$\geq 540 \text{ MPa}$
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_{7\%}/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$

### Strutture in calcestruzzo facciavista

*Questa sezione è dedicata alle prescrizioni di capitolato per le strutture in calcestruzzo le cui superfici debbono rimanere a vista e dove, quindi, l'estetica del manufatto rappresenta una prestazione fondamentale da conseguire unitamente ai requisiti di carattere statico e di durabilità.*

È opportuno precisare che la qualità estetica della superficie delle strutture in calcestruzzo dipende sia dalla composizione e dalle prestazioni del calcestruzzo impiegato che da una serie di fattori che attengono strettamente alla progettazione e all'esecuzione dell'opera. Pertanto, le prescrizioni dei seguenti paragrafi a) e b) relativi al calcestruzzo per strutture facciavista debbono essere integrate dalle prescrizioni relative:

- al tipo di cassero: i casseri assorbenti permettono di ottenere una superficie leggermente ruvida perché assorbono l'acqua in eccesso e impediscono la formazione di antiestetiche bolle superficiali. Per ottenere una superficie omogenea è necessario utilizzare tavole che sono state impiegate lo stesso numero di volte e caratterizzate da medesimo assorbimento (stesso legno). I casseri non assorbenti producono superfici molto lisce, ma caratterizzate anche da una maggiore disomogeneità cromatica. Per questo motivo è opportuno che grandi superfici facciavista vengano suddivise mediante motivi architettonici in campiture di modesta estensione che possano attenuare queste

disomogeneità cromatiche inevitabili. Relativamente ai casseri è assolutamente importante curare la tenuta dei punti di giunzione; in caso contrario, infatti, la perdita di bolacca da queste zone provoca la formazione di difetti superficiali in termini di macroporosità;

- al tipo di disarmante: prima di procedere al getto è sempre opportuno eseguire delle prove preliminari di compatibilità tra cassero e disarmante. L'applicazione del disarmante deve avvenire con cura in strati sottili e regolari

prima del posizionamento delle gabbie di armatura. Il disarmante in eccesso deve essere rimosso mediante degli stracci pena l'apparizione di macchie o di zone a colorazione grigia variabile;

- alle modalità di maturazione: la bagnatura delle superfici del calcestruzzo con acqua può promuovere la comparsa di antiestetiche efflorescenze biancastre. Allo stesso modo si possono generare macchiature delle superfici se

vengono impiegate pellicole in plastica applicate direttamente sulla superficie del calcestruzzo. Le modalità di protezione consigliate per le strutture faccia vista sono quelle basate sull'impiego di un geotessile oppure quelle realizzate con foglio di plastica tenuto distante dalla superficie della struttura in calcestruzzo evitando comunque che si crei un effetto camino che possa favorire l'evaporazione di acqua dal conglomerato;

- alle condizioni climatiche al momento della realizzazione dell'opera: la qualità estetica delle superfici di calcestruzzo dipende strettamente dalle condizioni di ventilazione e di umidità esistenti

durante la realizzazione e la successiva maturazione del getto: climi asciutti e ventilati producono colorazioni diverse da quelle che si realizzano in periodi caldo-umidi. Pertanto, è buona norma, ai fini dell'ottenimento di colorazioni omogenee delle superfici, che i getti di un determinato elemento strutturale vengano completati nell'arco di una stessa giornata.

Relativamente alla composizione del calcestruzzo i parametri che influenzano la qualità estetica dei manufatti sono rappresentati:

- dal tipo di cemento: tutti i cementi conformi alla UNI EN 197-1 sono idonei per la produzione del calcestruzzo facciavista. Il cemento Portland conduce a superfici con tonalità cromatiche sul grigio, mentre superfici più chiare si possono ottenere con il cemento Portland al calcare. Il cemento Portland bianco si può utilizzare quando si richiedono superfici di particolare bianchezza oppure il calcestruzzo deve essere additivato con pigmenti finalizzati ad ottenere colorazioni pastello tenui;
- dall'acqua di impasto: al fine di evitare alterazioni cromatiche delle superfici per il calcestruzzo facciavista sono da escludere le acque di riciclo e ricorrere nel confezionamento all'impiego di sole acque potabili;
- dal tipo di aggregato: il colore delle superfici in calcestruzzo dipende dal colore degli aggregati e, in particolare, da quello delle sabbie. Pertanto, al fine di evitare variazioni cromatiche è necessario che durante la fornitura del calcestruzzo non cambi la fonte di provenienza dei materiali lapidei. Inoltre, al fine di evitare difettosità superficiali si deve imporre un limite nel contenuto di particelle leggere negli aggregati (0,25 e 0,05% rispettivamente per aggregati fini e grossi);
- dal dosaggio di cemento: per aggregati con un diametro massimo di 32 mm il dosaggio di cemento minimo deve risultare almeno pari a 350 kg/m<sup>3</sup>. Inoltre, la somma del cemento e dei granuli di materiale inerte di dimensioni inferiori a 0,125 mm deve risultare non minore di 400 kg/m<sup>3</sup>;
- dal rapporto a/c: deve essere rispettato per ogni impasto il rapporto a/c nominale previsto il quale non deve subire oscillazioni di + 0,03 in quanto queste variazioni determinerebbero differenze cromatiche della superficie dei

manufatti. Questo implica che la produzione del calcestruzzo destinato ad opere facciavista deve necessariamente avvenire in impianti con processo industrializzato dove si opera uno stringente controllo dell'umidità degli aggregati

e dell'acqua introdotta nel mescolatore;

- dalla consistenza: al fine di limitare la tendenza alla segregazione dell'impasto è opportuno per le strutture facciavista utilizzare uno slump di riferimento di 230 mm + 30 mm o classe di consistenza S5.

Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente sezione si riferiscono a elementi di strutture ricadenti in Classe 1 di Vita Utile (50 anni).

**a) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione "facciavista" di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario e muri di sostegno facciavista che in servizio sono esposti all'azione della pioggia in zone a clima temperato**

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di elevazione facciavista di edifici e muri di sostegno o di recinzione facciavista che operano in servizio all'esterno esposti direttamente all'azione della pioggia, in classe di esposizione XC4 (UNI 11104), Rck 40 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 mm ± 30 mm, D<sub>max</sub> 32 mm, CI 0,4, dosaggio di cemento minimo 350 kg/m<sup>3</sup>*

Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte agli elementi di elevazione facciavista di edifici che operano in servizio all'esterno e sono direttamente interessati dall'azione della pioggia. Nel caso che la struttura operi al riparo dalla pioggia si faccia riferimento al precedente paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di interni ad umidità relativa dell'aria moderata o elevata o strutture esterne al riparo della pioggia di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario in zone a clima temperato". Le prescrizioni di capitolato contenute nel presente paragrafo, pertanto, sono rivolte a pilastri, travi, corpi scala, nuclei ascensore e muri di cinta facciavista che appartengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005) e sono situate in aree del Paese caratterizzate da clima temperato. Le presenti prescrizioni possono essere estese anche ai muri di sostegno facciavista.

### Avvertenze

Le prescrizioni di capitolato riportate nel presente paragrafo e finalizzate alla realizzazione di strutture facciavista debbono essere integrate dalle prescrizioni relative:

- al tipo di cassero: i casseri assorbenti (in legno) permettono di ottenere una superficie leggermente ruvida perché assorbono l'acqua in eccesso e impediscono la formazione di antiestetiche bolle superficiali. Per ottenere una superficie omogenea è necessario utilizzare tavole che sono state impiegate lo stesso numero di volte e caratterizzate da medesimo assorbimento (stesso legno). I casseri non assorbenti producono superfici molto lisce ma caratterizzate anche da una maggiore disomogeneità cromatica. Per questo motivo è opportuno che grandi superfici facciavista vengano suddivise mediante motivi architettonici in campiture di modesta estensione che possano attenuare queste disomogeneità cromatiche inevitabili. Relativamente ai casseri è assolutamente importante curare la tenuta dei punti di giunzione; in caso contrario, infatti, la perdita di boiacca da queste zone provoca la formazione di difetti superficiali in termini di macroporosità;
- al tipo di disarmante: prima di procedere al getto è sempre opportuno eseguire delle prove preliminari di compatibilità tra cassero e disarmante. L'applicazione del disarmante deve avvenire con cura e in strati sottili e regolari prima del posizionamento delle gabbie di armatura. Il disarmante in eccesso deve essere rimosso mediante degli stracci pena l'apparizione di macchie o di zone a colorazione grigia variabile;
- alle modalità di maturazione: la bagnatura delle superfici del calcestruzzo con acqua può promuovere la comparsa di antiestetiche efflorescenze biancastre. Allo stesso modo si possono generare macchiature delle superfici se vengono impiegate pellicole in plastica applicate direttamente sulla superficie del calcestruzzo. Le modalità di protezione consigliate per le strutture facciavista sono quelle basate sull'impiego di geotessile oppure quelle realizzate con foglio di plastica tenuto distante dalla superficie della struttura in calcestruzzo evitando comunque che si crei un effetto camino che possa favorire l'evaporazione di acqua dal conglomerato;
- alle condizioni climatiche al momento della realizzazione dell'opera: la qualità estetica delle superfici di calcestruzzo dipende strettamente dalle condizioni di ventilazione e di umidità esistenti durante la realizzazione e la successiva maturazione del getto: climi asciutti e ventilati producono colorazioni diverse da quelle che si realizzano in periodi caldo-umidi. Pertanto, è buona norma, ai fini dell'ottenimento di colorazioni omogenee delle superfici, che i getti di un dato elemento strutturale vengano completati nell'arco di una stessa giornata.

### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto: conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Durante l'intera fornitura del conglomerato non debbono essere impiegati aggregati di diversa provenienza

A5) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. In particolare: assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla

metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A6) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1. Per strutture facciavista bianche utilizzare cemento bianco

A7) Fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 13263 parte 1 e 2. Cenere volante conforme alla UNI EN 450

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC4

B3) Rapporto a/c max: 0,50 (la variazione del rapporto a/c deve essere contenuta a  $\pm 0,03$ )

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(32/40)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 350 kg/m<sup>3</sup>

B6.a) Contenuto di cemento e di materiale fine passante a 0,125 mm:  $\geq 400$  kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 2,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto: S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122):  $< 0,1\%$

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 35 mm (45 per opere in c.a.p.)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera: (Rck minima in opera valutata su carote h/d = 1): C (x/y)opera  $> 0,85$  C (x/y)  $\geq 34$  N/mm<sup>2</sup>

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore o con teli di plastica tenuti a 5 cm di distanza dalla superficie del calcestruzzo: 7 giorni

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}}/f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione $1,5 \div 4\%$ )
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

b) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di elevazione “facciavista” di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario e muri di sostegno facciavista che in servizio sono esposti all’azione della pioggia in zone a clima rigido

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di elevazione facciavista di edifici e muri di sostegno o di recinzione facciavista che operano in servizio all’esterno esposte direttamente all’azione della pioggia in aree a clima rigido, in classe di esposizione XC4 + XF1 (UNI 11104),  $R_{ck}$  40 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 mm  $\pm$  30 mm,  $D_{max}$  32 mm, CI 0,4, aggregati non gelivi F2 o MS28, dosaggio di cemento minimo 350 kg/m<sup>3</sup>*

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte agli elementi di elevazione facciavista di edifici che operano in servizio all’esterno e sono direttamente interessati dall’azione della pioggia in zone a clima rigido. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, pertanto, sono rivolte a pilastri, travi, corpi scala, nuclei ascensore e muri di cinta facciavista che appartengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005) e sono situate in aree del Paese caratterizzate da clima rigido con frequenti escursioni della temperatura intorno a 0 °C . Le presenti prescrizioni possono essere estese anche ai muri di sostegno facciavista nelle stesse aree climatiche.

#### Avvertenze

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda e finalizzate alla realizzazione di strutture facciavista debbono essere integrate dalle prescrizioni relative:

- al tipo di cassero: i casseri assorbenti (in legno) permettono di ottenere una superficie leggermente ruvida perché assorbono l’acqua in eccesso e impediscono la formazione di antiestetiche bolle superficiali. Per ottenere una superficie omogenea è necessario utilizzare tavole che sono state impiegate lo stesso numero di volte e caratterizzate da medesimo assorbimento (stesso legno). I casseri non assorbenti producono superfici molto lisce ma caratterizzate anche da una maggiore disomogeneità cromatica. Per questo motivo è opportuno che grandi superfici facciavista vengano suddivise mediante motivi architettonici in campiture di modesta estensione che possano attenuare queste disomogeneità cromatiche



inevitabili. Relativamente ai casseri è assolutamente importante curare la tenuta dei punti di giunzione; in caso contrario, infatti, la perdita di boiaccia da queste zone provoca la formazione di difetti superficiali in termini di macroporosità;

- al tipo di disarmante: prima di procedere al getto è sempre opportuno eseguire delle prove preliminari di compatibilità tra cassero e disarmante. L'applicazione del disarmante deve avvenire con cura e in strati sottili e regolari prima del posizionamento delle gabbie di armatura. Il disarmante in eccesso deve essere rimosso mediante degli stracci pena l'apparizione di macchie o di zone a colorazione grigia variabile;
- alle modalità di maturazione: la bagnatura delle superfici del calcestruzzo con acqua può promuovere la comparsa di antiestetiche efflorescenze biancastre.

Allo stesso modo si possono generare macchiature della superficie se vengono impiegate pellicole in plastica applicate direttamente sulla superficie del calcestruzzo.

Le modalità di protezione consigliate per le strutture facciavista sono quelle basate sull'impiego di geotessile oppure quelle realizzate con foglio di plastica tenuto distante dalla superficie della struttura in calcestruzzo evitando comunque che si crei un effetto camino che possa favorire l'evaporazione di acqua dal conglomerato;

- alle condizioni climatiche al momento della realizzazione dell'opera: la qualità estetica delle superfici di calcestruzzo dipende strettamente dalle condizioni di ventilazione e di umidità esistenti durante la realizzazione e la successiva maturazione del getto: climi asciutti e ventilati producono colorazioni diverse da quelle che si realizzano in periodi caldo-umidi. Pertanto, è buona norma, ai fini dell'ottenimento di colorazioni omogenee delle superfici, che i getti di un dato elemento strutturale vengano completati nell'arco di una stessa giornata.

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto: conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Durante l'intera fornitura del conglomerato non debbono essere impiegati aggregati di diversa provenienza

A5) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. In particolare: assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2. Aggregati non gelivi aventi assorbimento d'acqua inferiore all'1% o appartenenti alle classi F4 o MS35 in accordo alla UNI EN 12620

A6) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1. Per strutture facciavista bianche utilizzare cemento bianco

A7) Fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 13263 parte 1 e 2. Cenere volante conforme alla UNI EN 450

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC4

B3) Rapporto a/c max: 0,50 (la variazione del rapporto a/c deve essere contenuta a  $\pm 0,03$ )

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(32/40)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 350 kg/m<sup>3</sup>

B6.a) Contenuto di cemento e di materiale fine passante a 0,125 mm:  $\geq 400$  kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 2,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto: S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30$  mm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122):  $< 0,1\%$

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 35 mm (45 per opere in c.a.p.)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera: (R<sub>ck</sub> minima in opera valutata su carote h/d =

1):  $C(x/y)_{opera} > 0,85 C(x/y) \geq 34$  N/mm<sup>2</sup>

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento

della superficie non cassetata con geotessile bagnato ogni 24 ore o con teli di plastica tenuti a 5 cm di distanza dalla superficie del calcestruzzo: 7 giorni

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione 1,5 ÷ 4%)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

#### Calcestruzzo spruzzato per gallerie

*La presente sezione è dedicata al calcestruzzo messo in opera a spruzzo (calcestruzzo spruzzato, calcestruzzo proiettato, shotcrete o gunito sono i termini più correntemente utilizzati per definire questo tipo di conglomerato).*

Il calcestruzzo spruzzato viene impiegato prevalentemente nelle costruzioni sotterranee per la protezione nell'avanzamento dello scavo in roccia dall'eventuale caduta di materiale lapideo o anche per bloccare le venute di acqua dalle pareti dello scavo. Il calcestruzzo proiettato, inoltre, viene utilizzato anche per la protezione degli scavi di fondazione, per il consolidamento di pendii e scarpate, nonché per l'esecuzione dei lavori di ripristino delle costruzioni in calcestruzzo degradate.

A differenza dei tradizionali calcestruzzi posati in opera gettando il conglomerato entro i casseri che successivamente vengono sottoposti a vibrazione per l'espulsione dell'aria in eccesso finalizzata ad incrementare la resistenza meccanica del calcestruzzo, nel calcestruzzo spruzzato la posa in opera e la compattazione avvengono con una sola operazione. La compattazione per questi conglomerati, infatti, si realizza sfruttando la velocità dell'impatto del conglomerato contro le pareti del substrato costituito dal terreno, dalla roccia oppure dalla struttura in calcestruzzo

da riparare. Indipendentemente dalla struttura cui il calcestruzzo è destinato, al fine di evitare che il conglomerato venga dilavato dall'acqua presente sulle pareti dello scavo e con l'obiettivo di ridurre la quantità di materiale che per effetto dello spruzzaggio rimbalza ("lo sfrido"), questi conglomerati debbono possedere una presa istantanea ("flash set") che viene ottenuta ricorrendo all'aggiunta nell'impasto di additivi acceleranti di presa.

La posa in opera del calcestruzzo spruzzato può avvenire con due procedimenti distinti: per "via secca" oppure "per via umida". Nel procedimento per via secca i soli ingredienti in polvere (cemento, aggregati, aggiunte minerali) vengono trasportati in una tubazione nella quale solo in corrispondenza dell'apparecchio di spruzzaggio ("la lancia") viene aggiunta l'acqua e gli additivi acceleranti. Nel procedimento per via umida, invece, ad essere trasportato nella tubazione è il calcestruzzo e l'aggiunta dell'additivo liquido accelerante avviene anch'essa alla lancia attraverso un condotto separato dalla pompa principale che trasporta il conglomerato fluido. In entrambi i sistemi la proiezione del calcestruzzo contro le pareti dello scavo viene ottenuta immettendo aria compressa nella parte terminale della tubazione. Nella presente sezione vengono riportate le prescrizioni di capitolato relative ai soli calcestruzzi spruzzati messi in opera per via umida, che si fanno preferire a quelli per via secca sia perché più economici che per la riduzione della polverosità rispetto a quelli per via secca.

Rispetto ai tradizionali conglomerati il calcestruzzo spruzzato presenta delle specificità che consistono:

- nella dimensione massima dell'aggregato: generalmente si impiegano aggregati di pezzatura massima non superiore a 8 mm. Questa esigenza nasce dal fatto che occorre aumentare la frazione di pasta di cemento a scapito di quella lapidea al fine di ridurre lo sfrido di calcestruzzo durante la proiezione contro le pareti dello scavo;
- nel dosaggio di cemento: il dosaggio minimo di cemento non deve risultare inferiore a 450 kg/m<sup>3</sup>;
- nella presenza dell'accelerante di presa: da questo punto di vista esistono due tipologie di acceleranti: quelli a base di silicato di sodio e quelli denominati alkali-free a base di solfati di alluminio. Gli acceleranti di presa a base di silicato di sodio consentono di raggiungere già dopo poche ore maggiori resistenze a compressione rispetto a quelle conseguibili con gli acceleranti alkali-free. Per contro, però, alle lunghe stagionature i conglomerati additivati con silicato di sodio presentano prestazioni meccaniche inferiori rispetto a quelle conseguibili con gli acceleranti alkali-free. L'abbattimento delle prestazioni meccaniche degli impasti additivati con il silicato di sodio può risultare anche del 50% rispetto al conglomerato non additivato. Gli acceleranti alkali-free invece determinano riduzioni delle resistenze meccaniche stimabili all'incirca in un 10% rispetto all'impasto senza accelerante. Per questo motivo, gli acceleranti a base di silicato di sodio vengono impiegati per la realizzazione di rivestimenti provvisori mentre quelli alkali-free sono

utilizzati per la produzione di impasti destinati alla realizzazione di rivestimenti definitivi strutturali. Gli acceleranti a base di silicato di sodio, per contro, grazie ad una presa più istantanea si fanno preferire a quelli alkali-free quando consistenti sono le venute di acqua sulle pareti dello scavo. In questi contesti, infatti, gli impasti con alkali-free per la minore rapidità di presa potrebbero subire un dilavamento per azione dell'acqua;

- nella presenza di fumo di silice: al fine di migliorare sia le prestazioni meccaniche del calcestruzzo ma soprattutto per incrementare la coesione dell'impasto e quindi sia la resistenza al dilavamento che la minore tendenza al rimbalzo, i calcestruzzi spruzzati vengono confezionati ricorrendo all'impiego del fumo di silice in misura del 5-7% sulla massa del cemento (circa 20-30 kg/m<sup>3</sup>). Le percentuali maggiori di fumo di silice vengono impiegate con gli additivi alkali-free per sopperire alla minore velocità di presa rispetto a quelli a base di silicato di sodio;
- nelle prestazioni meccaniche alle brevissime stagionature: indipendentemente dalla presenza dell'accelerante di presa le resistenze che l'impasto deve sviluppare dopo 6 ore debbono essere maggiori di 4 N/mm<sup>2</sup>.

**a) Calcestruzzo spruzzato per via umida per la realizzazione di rivestimenti provvisori di gallerie, per la protezione di scavi di fondazione, di pendii e scarpate**

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, da mettere in opera a spruzzo per rivestimenti provvisori di gallerie, per la protezione di scavi di fondazione, di pendii e scarpate in presenza di acque contenenti solfati in tenore massimo di 3000 mg/l, in classe di esposizione XC4 + XA2 (UNI 11104), Rck 40 N/mm<sup>2</sup> senza aggiunta di accelerante; Classe di consistenza S5, D<sub>max</sub> 8-12 mm, CI 0,4, dosaggio minimo di cemento 450 kg/m<sup>3</sup>, dosaggio minimo di fumo di silice 20 kg/m<sup>3</sup>, accelerante di presa a base di silicati di sodio*

Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte al calcestruzzo da mettere in opera a spruzzo per via umida per la realizzazione di rivestimenti provvisori di gallerie, per la protezione di scavi di fondazione, di pendii e scarpate da additivare alla lancia con additivi acceleranti di presa a base di silicato di sodio. Le prescrizioni di capitolato si riferiscono a calcestruzzi da applicare su pareti di roccia in presenza di acque con un tenore massimo di solfati inferiore a 3000 mg/l.

Avvertenze

Per i rivestimenti definitivi di gallerie consultare il seguente punto b). Per i rivestimenti provvisori a contatto con acque con tenori di solfato superiori a 3000 mg/l prevedere l'impiego di calcestruzzi con classe di resistenza C35/45.

Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo accelerante di presa a base di silicato di sodio

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. In particolare: assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla

metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC4 + XA2

B3) Rapporto a/c max: 0,50

B4) Classe di resistenza a compressione minima senza aggiunta di accelerante: C(32/40)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 450 kg/m<sup>3</sup>

B6.a) Dosaggio minimo di fumo di silice: 20 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 2,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 8-12 mm

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto: S5

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 35 mm (45 per opere in c.a.p.)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera: C(x/y)opera su carote di rapporto h/d = 1 con accelerante C15/20

C3) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione 1,5 ÷ 4%)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

#### **b) Calcestruzzo spruzzato per via umida per la realizzazione di rivestimenti definitivi di gallerie**

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, da mettere in opera a spruzzo per rivestimenti definitivi di gallerie in presenza di acque contenenti solfati in tenore*

massimo di 3000 mg/l, in classe di esposizione XC4 + XA2 (UNI 11104), Rck 40 N/mm<sup>2</sup>, senza aggiunta di accelerante; Classe di consistenza S5, Dmax 8-12 mm, CI 0,4, dosaggio minimo di cemento 450 kg/m<sup>3</sup>, dosaggio minimo di fumo di silice 25 kg/m<sup>3</sup>, accelerante di presa a base di solfati di alluminio (alkali-free)

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte al calcestruzzo da mettere in opera a spruzzo per via umida per la realizzazione di rivestimenti definitivi di gallerie da additivare alla lancia con additivi acceleranti di presa a base di solfato di alluminio (alkali-free). Le prescrizioni di capitolato si riferiscono a calcestruzzi da applicare su pareti di roccia in presenza di acque con un tenore massimo di solfati inferiore a 3000 mg/l.

#### Avvertenze

Per i rivestimenti provvisori di gallerie consultare il precedente punto a). Per i rivestimenti definitivi a contatto con acque con tenori di solfato superiori a 3000 mg/l prevedere l'impiego di calcestruzzi con classe di resistenza C35/45.

Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo accelerante di presa a base di solfato di alluminio (alkali-free)

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. In particolare: assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 450 e UNI EN 13263 parte 1 e 2

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC4 + XA2

B3) Rapporto a/c max: 0,50

B4) Classe di resistenza a compressione minima senza aggiunta di accelerante: C(32/40)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 450 kg/m<sup>3</sup>

B6.a) Dosaggio minimo di fumo di silice: 25 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 2,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 8-12 mm

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: CI 0,4

B10) Classe di consistenza al getto: S5

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 35 mm (45 per opere in c.a.p.)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera: C(x/y)opera su carote di rapporto  $h/d = 1$  con accelerante  $\geq C25/30$

C3) Acciaio B450C zincato conforme al punto 11.2.2.9.2 del D.M. 14.9.2005 e alla normativa europea applicabile:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione $1,5 \div 4\%$ )
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

### Pavimentazioni in calcestruzzo

Questa sezione è dedicata alle pavimentazioni in calcestruzzo poggianti su terreno e a quelle "non collaboranti" su solaio costituito da elementi in calcestruzzo armato o precompresso. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente sezione, pertanto, sono relative a pavimentazioni interne di edifici adibiti ad attività industriali e artigianali, a piazzali esterni per la movimentazione delle merci, a pavimentazioni interne di garage e di parcheggi multipiano.

può prescindere dall'impiego di un calcestruzzo di eccellente qualità, ma è altresì fortemente dipendente:

- da una accurata progettazione della piastra in funzione dei carichi statici e dinamici agenti (carichi fissi trasmessi dalle scaffalature, oppure mobili derivanti dal passaggio di veicoli su ruote quali carrelli elevatori, automobili e autotreni). Allo scopo si potranno consultare i metodi di calcolo suggeriti dalla norma UNI 11146. Salvo situazioni eccezionali, la progettazione della lastra avviene a sezione interamente reagente escludendo la parzializzazione e, quindi, la comparsa delle fessurazioni. Per questa ragione l'armatura in forma di rete elettrosaldata presente nelle pavimentazioni in calcestruzzo non ha funzioni strutturali, ma ha il compito di controllare i movimenti di natura termo-igrometrica nelle sezioni di giunto. Per conseguire questo obiettivo la rete deve essere posizionata ad una distanza dall'estradosso della lastra pari a circa 1/3 dello spessore del pavimento ricorrendo all'utilizzo di opportuni distanziatori o tralicci;
- da una adeguata preparazione del terreno di sottofondo finalizzata ad ottenere una portanza sufficiente, in relazione ai carichi in gioco, ad impedire cedimenti eccessivi che producano la fessurazione del conglomerato. Allo scopo, circa i valori minimi del coefficiente di Winkler da adottare si rimanda alla norma UNI 11146 sopramenzionata, tenendo conto che in linea di massima il modulo di reazione del sottofondo non dovrebbe essere inferiore a  $0,06 \text{ N/mm}^3$  ( $6 \text{ kg/cm}^3$ ) e in presenza di carichi concentrati rilevanti (come quelli che si realizzano nei magazzini

con scaffalature di notevole altezza) K dovrebbe risultare almeno pari a  $0,1 \text{ N/mm}^3$  ( $10 \text{ kg/cm}^3$ ). In presenza di terreni di caratteristiche geo-meccaniche scadenti (con modulo di reazione di sottofondo inferiore ai valori sopramenzionati) è da prendere in esame la necessità di procedere ad una stabilizzazione mediante calce e/o cemento oppure alla realizzazione di strati di misto granulare o cementato per incrementarne la portanza;

- da una oculata progettazione ed esecuzione dei giunti di contrazione, isolamento e di costruzione. Prima del getto del calcestruzzo occorre predire opportuni giunti di isolamento per svincolare il pavimento dalle strutture che lo delimitano quali muri di tamponamento, muri di corpi scala, cordoli di collegamento delle fondazioni, cordoli di recinzione e pilastri. La realizzazione del giunto consiste nel predisporre sulla parete dell'elemento in contatto con il pavimento uno strato di materiale deformabile di altezza almeno pari a quella del pavimento e di spessore sufficiente ad assecondare l'allungamento prodotto dall'aumento di temperatura diurno o stagionale. Durante la realizzazione del getto, inoltre, se l'estensione della pavimentazione è rilevante da richiedere l'interruzione giornaliera delle operazioni di betonaggio e la ripresa il giorno (o i giorni) successivo, occorre realizzare un giunto di costruzione. Relativamente a questo aspetto esistono diverse modalità realizzative delle quali la più diffusa è quella basata sull'utilizzo di barrotti lisci disposti perpendicolarmente alla interruzione del getto nella mezzera della piastra. I barrotti di acciaio liscio e diametro variabile tra 14 e 20 mm in funzione dello spessore del pavimento debbono essere lunghi almeno 60 cm e disposti ad interasse di circa 30 cm (3 x ml). La porzione del barrotto annegata nella pavimentazione realizzata il giorno dell'interruzione del getto deve essere ancorata al calcestruzzo; mentre l'altra metà annegata nella porzione di pavimento realizzata il giorno successivo viene solidarizzata "incappucciandola" con una guaina di plastica (ad esempio, con le canaline utilizzate dagli elettricisti). Ad indurimento avvenuto, infine, e comunque entro le 48 ore dall'esecuzione dei getti (24 ore nel periodo estivo) occorre realizzare i giunti di contrazione mediante taglio con sega a disco diamantato. La profondità dei tagli deve risultare almeno pari ad un quarto dello spessore del pavimento evitando che durante la loro esecuzione si tagli la rete elettrosaldata. La distanza tra due tagli contigui, salvo calcoli più accurati, deve essere all'incirca non superiore a 3,5 m e 4,0 m rispettivamente per pavimenti all'interno e all'esterno. Nella realizzazione dei giunti si deve evitare che le campiture posseggano forme rettangolari allungate garantendo che il rapporto tra i due lati sia maggiore di 2/3;

- da un corretto smaltimento delle acque piovane nelle pavimentazioni all'esterno al fine di evitare degradi precoci in particolar modo nelle zone a clima rigido. Inoltre, occorre evitare che l'acqua possa imbibire la massicciata e risalire per capillarità verso l'estradosso del pavimento. Questo obiettivo si può conseguire predisponendo un foglio di polietilene sulla massicciata prima del getto del conglomerato. Inoltre, per evitare pericolosi ristagni d'acqua sulla superficie del pavimento occorre realizzare pendenze almeno pari allo 0,3%. Alle prescrizioni sopramenzionate relative alla progettazione e alla esecuzione dell'opera occorre associare quelle relative al conglomerato cementizio.

Per le pavimentazioni all'interno di edifici e complessi artigianali o industriali, ma anche per le pavimentazioni esterne in zona a clima temperato, trattandosi di strutture non armate il calcestruzzo per pavimenti non deve soddisfare alcun requisito di durabilità. Pertanto, la scelta del conglomerato deve soddisfare le sole esigenze di natura strutturale. In linea di massima, salvo contesti eccezionali rappresentati da carichi concentrati di scaffalature di notevole altezza o di carrelli elevatori di portata superiore a 100 ton, la classe di resistenza caratteristica minima a compressione per questa tipologia di opere è la C25/30 (si consulti il paragrafo "Calcestruzzo autocompattante destinato alla realizzazione di strutture di fondazione e muri interrati a contatto con terreni non aggressivi").

Per le pavimentazioni all'esterno in clima rigido esposte al trattamento con Sali disgelanti esiste il rischio di aggressione del calcestruzzo ad opera sia dei cicli di gelo-disgelo che dei sali disgelanti. Pertanto, per queste pavimentazioni, in classe di esposizione XF4 in accordo alla UNI 11104 occorre impiegare calcestruzzo con



classe di resistenza minima di C28/35, confezionati con additivi aeranti e aggregati non gelivi (si consulti il paragrafo "Calcestruzzo autocompattante destinato alla realizzazione di strutture di elevazione di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario che in servizio sono esposte all'azione della pioggia in zone a clima temperato"). Al pari dei calcestruzzi facciavista, i conglomerati destinati al settore delle pavimentazioni necessitano di prescrizioni stringenti sulla presenza negli aggregati di sostanze organiche leggere in quanto queste rifluendo verso la superficie riducono la resistenza all'abrasione del pavimento. Per lo stesso motivo nei calcestruzzi per pavimenti occorre diminuire il bleeding per evitare che la resistenza all'abrasione superficiale della piastra venga compromessa.

Relativamente alla classe di consistenza del calcestruzzo per pavimenti, essa dipende dalle modalità di realizzazione della piastra. Quando la stesa del conglomerato avviene manualmente occorre utilizzare calcestruzzi superfluidi con uno slump di riferimento di 230 mm. In alternativa alla misura dello slump si potrà utilizzare la classe di consistenza S5 o la classe di spandimento misurata alla tavola a scosse prescrivendo conglomerati di classe di spandimento F4 o F5. Se la realizzazione del pavimento avviene con macchinari laser screed la classe di consistenza ottimale per questo tipo di applicazione è la S3 o la classe di spandimento F3. Per le pavimentazioni a casseri scorrevoli la classe di consistenza da prescrivere per il calcestruzzo è la S1. Per facilitare la posa in opera, soprattutto nel caso di stesa manuale, il dosaggio di cemento non deve risultare inferiore a 300 kg/m<sup>3</sup>. Inoltre, al fine di limitare i tempi di attesa per le operazioni di finitura è opportuno prescrivere l'impiego di cementi di classe 42.5R. Nei calcestruzzi per pavimenti, infine, risulta fondamentale limitare il rischio di reazioni alcali-aggregato all'interfaccia strato di usura-piastra di calcestruzzo. Per questo motivo occorre adottare prescrizioni più stringenti di quelle richieste, relativamente

a questo aspetto, per altre tipologie strutturali:

- escludendo aggregati che all'esame petrografico presentino forme alcali-reattive;
- impiegando nel confezionamento del calcestruzzo cementi pozzolanici oppure Portland composti con aggiunte di ceneri volanti in misura non inferiore a 50 kg/m<sup>3</sup>;
- in zone ove il rischio di reazione alcali-aggregato è particolarmente elevato, come accade lungo le regioni della fascia adriatica, impiegando spolveri confezionati con aggiunta di fumo di silice o con cementi pozzolanici alle ceneri.

*a) Calcestruzzo destinato alla realizzazione di pavimentazioni in calcestruzzo poggianti su terreno o non collaboranti su solaio che in servizio operano all'interno di fabbricati civili, di complessi artigianali o industriali*

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per pavimentazioni armate con rete elettrosaldata poggianti su terreno o "non collaboranti" appoggiate su solaio, che operano all'interno di edifici, in classe di esposizione XC1-XC2 (UNI 11104), Rck 30 N/mm<sup>2</sup>, D<sub>max</sub> 32 mm, CI 0,4, dosaggio di cemento minimo 300 kg/m<sup>3</sup>.*

*Consistenza al getto:*

- *classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 mm ± 30 mm (stesa manuale) o classe di spandimento F4 o F5*
- *classe di consistenza S3 o classe di spandimento F3 stesa con laser screed*
- *classe di spandimento F1 per pavimentazioni a casseri scorrevoli*

Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte alle pavimentazioni in calcestruzzo armate con rete elettrosaldata poggianti direttamente su terreno oppure "non collaboranti" appoggiate su solai in c.a. o c.a.p. situate sia all'interno di edifici civili, artigianali o industriali che all'esterno direttamente esposti all'azione della pioggia in zone a clima

temperato. Le prescrizioni sono relative a pavimentazioni in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005). La vita utile dello strato di usura si intende pari a 10 anni.

### Avvertenze

Le prescrizioni di capitolato per il calcestruzzo destinato a pavimentazioni esterne nelle aree a clima temperato sono contenute nel seguente punto b), quelle a clima rigido nel seguente punto c).

Le prescrizioni di capitolato relative al calcestruzzo per pavimenti riportate nella presente scheda debbono essere integrate con quelle relative:

- ad una accurata progettazione della piastra in funzione dei carichi statici e dinamici agenti (carichi fissi trasmessi dalle scaffalature, oppure mobili derivanti dal passaggio di veicoli su ruote quali carrelli elevatori, automobili e autotreni).

Allo scopo si potranno consultare i metodi di calcolo suggeriti dalla norma UNI 11146. L'armatura in forma di rete elettrosaldata presente nelle pavimentazioni in calcestruzzo non ha funzioni strutturali, ma ha il compito di controllare

i movimenti di natura termo-igrometrica nelle sezioni di giunto. Per conseguire questo obiettivo la rete deve essere posizionata ad una distanza dall'estradosso della lastra pari a circa 1/3 dello spessore del pavimento ricorrendo all'utilizzo di opportuni distanziatori o tralicci;

- ad una adeguata preparazione del terreno di sottofondo finalizzata ad ottenere una portanza sufficiente in relazione ai carichi in gioco ad impedire cedimenti eccessivi che producano la fessurazione del conglomerato. Allo scopo, circa i valori minimi del coefficiente di Winkler da adottare si rimanda alla norma UNI 11146 sopramenzionata, tenendo conto che in linea di massima il modulo di reazione del sottofondo non dovrebbe essere inferiore a 0,06 N/mm<sup>3</sup> (6 kg/cm<sup>3</sup>) e in presenza di carichi concentrati rilevanti (come quelli che si realizza

no nei magazzini con scaffalature di notevole altezza) K dovrebbe risultare almeno pari a 0,1 N/mm<sup>3</sup> (10 Kg/cm<sup>3</sup>);

- ad una oculata progettazione ed esecuzione dei giunti di contrazione, isolamento e di costruzione. Prima del getto del calcestruzzo occorre predisporre opportuni giunti di isolamento per svincolare il pavimento dalle strutture che lo delimitano quali muri di tamponamento, muri di corpi scala, cordoli di collegamento delle fondazioni, cordoli di recinzione e pilastri. Se l'estensione della pavimentazione è rilevante da richiedere l'interruzione giornaliera delle operazioni di betonaggio e la ripresa il giorno (o i giorni) successivo, occorre realizzare un giunto di costruzione mediante barrotti lisci disposti perpendicolarmente alla interruzione del getto nella mezzera della piastra. I barrotti di acciaio liscio e diametro variabile tra 14 e 20 mm in funzione dello spessore del pavimento debbono essere lunghi almeno 60 cm e disposti ad interasse di circa 30 cm (3 x ml). Ad indurimento avvenuto, infine, e comunque entro le 48 ore dall'esecuzione dei getti (24 ore nel periodo estivo) occorre realizzare i giunti di contrazione mediante taglio con sega a disco diamantato. La profondità dei tagli deve risultare almeno pari ad un quarto dello spessore del pavimento evitando che durante la loro esecuzione si tagli la rete elettrosaldata. La distanza tra due tagli contigui, salvo più accurate calcolazioni, deve essere all'incirca non superiore a 3,5 m e 4,0 m rispettivamente per pavimenti all'interno e all'esterno;

- ad un corretto smaltimento delle acque piovane nelle pavimentazioni all'esterno al fine di evitare degradi precoci in particolar modo nelle zone a clima rigido. Inoltre, occorre evitare che l'acqua possa imbibire la massicciata e risalire

per capillarità verso l'estradosso del pavimento. Questo obiettivo si può conseguire predisponendo un foglio di politene sulla massicciata prima del getto del conglomerato. Inoltre,

per evitare pericolosi ristagni d'acqua sulla superficie del pavimento occorre realizzare pendenze almeno pari allo 0,3%.

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto: acqua potabile conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. In particolare: assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla

metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 13263 parte 1 e 2. Cenere volante conforme alla UNI EN 450.

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1 e UNI 11104)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC1-XC2

B3) Rapporto a/c max: 0,60

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(25/30)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 300 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 2,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto: S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm oppure classe di spandimento F4 o F5 per stesa manuale. Classe di consistenza S3 o classe di spandimento F3 per stesa con vibrofinitrice. Classe di consistenza S1 per pavimentazioni a casseri scorrevoli

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1% (oppure 0,5 l/m<sup>2</sup>/h)

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Rete elettrosaldata: Ø6/ 10 × 10 oppure 20 × 20 cm disposta ad una distanza dall'estradosso pari a 1/3 dello spessore del pavimento;

C2) Disposizione di materassini deformabili per la realizzazione di giunti di isolamento in adiacenza a tutte le strutture presenti al perimetro della pavimentazione

C3) Realizzazione di giunti di costruzione mediante barrotti di acciaio liscio disposti ad interasse 33 cm perpendicolarmente alla superficie della ripresa di getto

C4) Controllo dell'esecuzione dell'opera:  $C(x/y)_{opera} > 0,85 C(x/y)_{25,5 N/mm^2}$

C5) Durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore o con teli di plastica: 7 giorni. (La maturazione umida dovrà essere momentaneamente interrotta durante la realizzazione dei giunti di controllo)

C6) Taglio mediante sega a disco diamantato per la realizzazione dei giunti di controllo entro 24 ore (48 ore nel periodo invernale) dal getto del calcestruzzo. La profondità dei tagli dovrà risultare pari a 1/4 dello spessore del pavimento e gli stessi dovranno essere realizzati a formare campiture quadrate di lato 3,5 m e 4,0 m rispettivamente per pavimenti all'interno e all'esterno

b) *Calcestruzzo destinato alla realizzazione di pavimentazioni in calcestruzzo poggianti su terreno o non collaboranti su solaio che in servizio operano all'esterno di fabbricati civili, di complessi artigianali o industriali che sono esposte all'azione della pioggia in zone a clima temperato (piazze per la movimentazione e lo stoccaggio delle merci)*

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per pavimentazioni armate con rete elettrosaldata poggianti su terreno o "non collaboranti" appoggiate su solaio, che operano all'esterno esposte direttamente all'azione della pioggia in zone a clima temperato, in classe di esposizione XC3 (UNI 11104),  $R_{ck}$  35 N/mm<sup>2</sup>,  $D_{max}$  32 mm,  $CI$  0,4, dosaggio di cemento minimo 320 kg/m<sup>3</sup>.*

*Consistenza al getto:*

- *Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 mm  $\pm$  30 mm (stesa manuale) oppure classe di spandimento F4 o F6*
- *classe di consistenza S3 o classe di spandimento F3 stesa con laser screed*
- *classe di spandimento F1 per pavimentazioni a casseri scorrevoli*

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto: conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. In particolare: assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla

metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 13263 parte 1 e 2. Cenere volante conforme alla UNI EN 450.

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC3

B3) Rapporto a/c max: 0,55

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(28/35)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 320 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 2,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto: S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm oppure classe di spandimento F4/F5 per stesa manuale. Classe di consistenza S3 o classe di spandimento F3 per stesa con vibrofinitrice. Classe di consistenza S1 per pavimentazioni a casseri scorrevoli

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1% (oppure 0,5 l/m<sup>2</sup>/h)

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Rete elettrosaldata: Ø6/ 10 x 10 oppure 20 x 20 cm disposta ad una distanza dall'estradosso pari a 1/3 dello spessore del pavimento;

C2) Disposizione di materassini deformabili per la realizzazione di giunti di isolamento in adiacenza a tutte le strutture presenti al perimetro della pavimentazione

C3) Realizzazione di giunti di costruzione mediante barrotti di acciaio liscio disposti ad interasse 33 cm perpendicolarmente alla superficie della ripresa di getto

C4) Controllo dell'esecuzione dell'opera: (Rck minima in opera valutata su carote h/d = 1): C(x/y)opera > 0,85 C(x/y) ≥ 30 N/mm<sup>2</sup>

C5) Durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassetata con geotessile bagnato ogni 24 ore o con teli di plastica: 7 giorni. (La maturazione umida dovrà essere momentaneamente interrotta durante la realizzazione dei giunti di controllo)

C6) Taglio mediante sega a disco diamantato per la realizzazione dei giunti di controllo entro 24 ore (48 ore nel periodo invernale) dal getto del calcestruzzo. La profondità dei tagli dovrà risultare pari a 1/4 dello spessore del pavimento e gli stessi dovranno essere realizzati a formare campiture quadrate di lato 3,5 m e 4,0 m rispettivamente per pavimenti all'interno e all'esterno.

c) *Calcestruzzo destinato alla realizzazione di pavimentazioni esterne in calcestruzzo poggianti su terreno esposte all'azione della pioggia in zone a clima rigido (piazze per la movimentazione e lo stoccaggio delle merci)*

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per pavimentazioni esterne armate con rete elettrosaldata poggianti su terreno esposte direttamente all'azione della pioggia in zone a clima rigido, in classe di esposizione XF2-XF3 (UNI 11104), Rck 30 N/mm<sup>2</sup>, D<sub>max</sub> 32 mm, Cl 0,4, dosaggio di cemento minimo 340 kg/m<sup>3</sup>, aria inglobata 5 ± 1%, aggregati non gelivi F2 o MS 25.*

*Consistenza al getto:*

- *Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 mm ± 30 mm (stesa manuale) oppure classe di spandimento F4 o F5*
- *classe di consistenza S3 o classe di spandimento F3 stesa con laser screed*
- *classe di spandimento F1 per pavimentazioni a casseri scorrevoli*

*Campo di validità*

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte alle pavimentazioni in calcestruzzo armate con rete elettrosaldata poggianti direttamente su terreno situate

all'esterno e direttamente esposte all'azione della pioggia in zone a clima rigido. Le prescrizioni sono relative a pavimentazioni in Classe 1 di Vita Utile in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005). La vita utile dello strato di usura si intende pari a 10 anni.

#### Avvertenze

Le prescrizioni di capitolato per il calcestruzzo destinato a pavimentazioni esterne nelle aree a clima temperato sono contenute nel precedente punto b.

Le prescrizioni di capitolato relative al calcestruzzo per pavimenti riportate nella presente scheda debbono essere integrate con quelle relative:

- ad una accurata progettazione della piastra in funzione dei carichi statici e dinamici agenti (carichi fissi trasmessi dalle scaffalature, oppure mobili derivanti dal passaggio di veicoli su ruote quali carrelli elevatori, automobili e autotreni).

Allo scopo si potranno consultare i metodi di calcolo suggeriti dalla norma UNI 11146. L'armatura in forma di rete elettrosaldata presente nelle pavimentazioni in calcestruzzo non ha funzioni strutturali, ma ha il compito di controllare i movimenti di natura termo-igrometrica nelle sezioni di giunto. Per conseguire questo obiettivo la rete deve essere posizionata ad una distanza dall'estradosso della lastra pari a circa 1/3 dello spessore del pavimento ricorrendo all'utilizzo di opportuni distanziatori o tralicci;

- da una adeguata preparazione del terreno di sottofondo finalizzata ad ottenere una portanza sufficiente in relazione ai carichi in gioco ad impedire cedimenti eccessivi che producano la fessurazione del conglomerato. Allo scopo, circa i valori minimi del coefficiente di Winkler da adottare si rimanda alla norma UNI 11146 sopramenzionata, tenendo conto che in linea di massima il modulo di reazione del sottofondo non dovrebbe essere inferiore a 0,06 N/mm<sup>3</sup> (6 kg/cm<sup>3</sup>) e in presenza di carichi concentrati rilevanti (come quelli che si realizzano nei magazzini con scaffalature di notevole altezza) K dovrebbe risultare almeno pari a 0,1 N/mm<sup>3</sup> (10 kg/cm<sup>3</sup>)

- da una oculata progettazione ed esecuzione dei giunti di contrazione, isolamento e di costruzione. Prima del getto del calcestruzzo occorre predisporre opportuni giunti di isolamento per svincolare il pavimento dalle strutture che lo delimitano quali muri di tamponamento, muri di corpi scala, cordoli di collegamento delle fondazioni, cordoli di recinzione e pilastri. Se l'estensione della pavimentazione è rilevante da richiedere l'interruzione giornaliera delle operazioni di betonaggio e la ripresa il giorno (o i giorni) successivo occorre realizzare un giunto di costruzione mediante barrotti lisci disposti perpendicolarmente alla interruzione del getto nella mezzera della piastra. I barrotti di acciaio liscio e diametro variabile tra 14 e 20 mm in funzione dello spessore del pavimento debbono essere lunghi almeno 60 cm e disposti ad interasse di circa 30 cm (3 x ml).

Ad indurimento avvenuto, infine, e comunque entro le 48 ore dall'esecuzione dei getti (24 ore nel periodo estivo) occorre realizzare i giunti di contrazione mediante taglio con sega a disco diamantato. La profondità dei tagli deve risultare almeno pari ad un quarto dello spessore del pavimento evitando che durante la loro esecuzione si tagli la rete elettrosaldata. La distanza tra due tagli contigui, salvo più accurate calcolazioni, deve essere all'incirca non superiore a 3,5 m e 4,0 m rispettivamente per pavimenti all'interno e all'esterno da un corretto smaltimento delle acque piovane nelle pavimentazioni all'esterno al fine di evitare degradi precoci in particolar modo nelle zone a clima rigido. Inoltre, occorre evitare che l'acqua possa imbibire la massicciata e risalire per capillarità verso l'estradosso del pavimento. Questo obiettivo si può conseguire predisponendo un foglio di politene sulla massicciata prima del getto del conglomerato. Inoltre, per evitare pericolosi ristagni d'acqua sulla superficie del pavimento occorre realizzare pendenze almeno pari allo 0,3%.

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto: conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A3.a) Additivo aerante conforme al prospetto 5 della norma UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. In particolare: assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2; aggregati non gelivi aventi assorbimento d'acqua inferiore all'1% o appartenenti alle classi F2 o MS25 in accordo alla UNI EN 12620

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI EN 13263 parte 1 e 2. Cenere volante conforme alla UNI EN 450

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XF2-XF3

B3) Rapporto a/c max: 0,50

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(25/30)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 340 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria inglobata: 5,0 ± 1 %

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto: S4/S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm oppure classe di spandimento F4 o F5 per stesa manuale. Classe di consistenza S3 o classe di spandimento F3 per stesa con vibrofinitrice. Classe di consistenza S1 per pavimentazioni a casseri scorrevoli

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1% (oppure 0,5 l/m<sup>2</sup>/h)

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Rete elettrosaldata: Ø6/ 10 × 10 oppure 20 × 20 cm disposta ad una distanza dall'estradosso pari a 1/3 dello spessore del pavimento

C2) Disposizione di materassini deformabili per la realizzazione di giunti di isolamento in adiacenza a tutte le strutture presenti al perimetro della pavimentazione

C3) Realizzazione di giunti di costruzione mediante barrotti di acciaio liscio disposti ad interasse 33 cm perpendicolarmente alla superficie della ripresa di getto

C4) Controllo dell'esecuzione dell'opera: (R<sub>ck</sub> minima in opera valutata su carote h/d = 1): C(x/y)<sub>opera</sub> > 0,85 C(x/y) ≥ 25,5 N/mm<sup>2</sup>

C5) Durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore o con teli di plastica: 7 giorni. (La

maturazione umida dovrà essere momentaneamente interrotta durante la realizzazione dei giunti di controllo)

C6) Taglio mediante sega a disco diamantato per la realizzazione dei giunti di controllo entro 24 ore (48 ore nel periodo invernale) dal getto del calcestruzzo. La profondità dei tagli dovrà risultare pari a 1/4 dello spessore del pavimento e gli stessi dovranno essere realizzati a formare campiture quadrate di lato 3,5m e 4,0 m rispettivamente per pavimenti all'interno e all'esterno

#### Calcestruzzi speciali: i calcestruzzi auto compattanti (Self-Compacting Concrete: SCC)

*Questa sezione è dedicata ai calcestruzzi auto compattanti (Self-Compacting Concrete: SCC).*

I calcestruzzi autocompattanti rappresentano una categoria di conglomerati che non necessita dopo la posa in opera di alcuna forma di compattazione o vibrazione in quanto essi sono in grado di riempire completamente la cassaforma, garantendo nel contempo una efficace espulsione dell'aria intrappolata in eccesso rispetto a quella fisiologica e, quindi, valori della resistenza in opera sostanzialmente coincidenti con quelli conseguibili sui provini prelevati a "bocca di betoniera" e compattati a "rifiuto". Da questo punto di vista, quindi, i calcestruzzi auto compattanti possono ritenersi una naturale evoluzione di quelli superfluidi e sono stati sviluppati per esasperare la possibilità di rendere la qualità del conglomerato in opera sostanzialmente indipendente dalle operazioni di posa e compattazione oltre che per accelerare le operazioni di betonaggio per la realizzazione di strutture in cui rilevanti sono i volumi di calcestruzzo impiegati.

La valutazione delle caratteristiche di autocompattabilità richiede il ricorso contemporaneo a diversi metodi di prova quali lo slump-flow (SF), il V-funnel (VF), la scatola ad L (PA), la resistenza alla segregazione (SR). Nessuno di essi preso singolarmente, infatti, è in grado di fornire un quadro esaustivo circa le proprietà reologiche richieste per questa tipologia di conglomerati. Questo significa che calcestruzzi autocompattanti che posseggono stesse proprietà di scorrimento (ad esempio, perché evidenziano un medesimo valore dello slump-flow) possono, allo stesso tempo, essere contraddistinti da una tendenza alla segregazione o da una capacità di attraversamento completamente differenti. Per questo motivo, basare la scelta del calcestruzzo autocompattante sui risultati desunti da una soltanto delle metodologie di prova sopra menzionate può risultare del tutto erroneo. Inoltre, non è detto che la scelta di viscosità elevate possa rivelarsi sempre la soluzione migliore per un calcestruzzo autocompattante in quanto se, da una parte, questo conduce ad una maggiore resistenza alla segregazione, dall'altra riduce la capacità di scorrimento che potrebbe, invece, rivelarsi fondamentale quando per la ridotta accessibilità dei punti di getto si richiede che il conglomerato fluisca per lunghe distanze. Si intuisce, quindi, che la scelta del calcestruzzo autocompattante deve tenere conto delle particolari esigenze derivanti dalla difficoltà di esecuzione del getto, della geometria e della percentuale dei ferri, della distanza che il calcestruzzo deve percorrere, al pari di quanto avviene nella scelta della lavorabilità dei calcestruzzi tradizionali con l'aggravante che, a causa dell'elevata fluidità del conglomerato per la necessità di non dover ricorrere ad alcuna forma di vibrazione esterna, la tendenza alla segregazione degli SCC risulta esasperata.

Le specifiche di capitolato per i calcestruzzi autocompattanti presentano delle peculiarità rispetto a quelle dei conglomerati superfluidi tradizionali relativamente:

- al produttore, per la maggiore dipendenza delle proprietà reologiche dei calcestruzzi autocompattanti dalle variazioni di dosaggio degli ingredienti rispetto ai valori nominali;
- agli ingredienti. Rispetto ai conglomerati tradizionali occorre prevedere l'eventuale impiego di agenti modificatori di viscosità e obbligatoriamente delle aggiunte minerali di natura inerte (di tipo I in accordo alla UNI EN 206-1)

oppure pozzolanica;

- alla dimensione massima dell'aggregato: essa verrà scelta non solo in base alle specifiche richieste per la realizzazione delle strutture in calcestruzzo ordinario (dimensione minima della



sezione, interferro minimo, copriferro, diametro delle barre e protezione delle armature dall'incendio) ma dovrà tener conto anche delle caratteristiche reologiche che si debbono conseguire per gli SCC. In particolare, si rammenta come le classi a maggiore scorrimento richiedono di impiegare pezzature massime per l'aggregato non superiori a 20 e 16 mm rispettivamente;

- alle proprietà reologiche del calcestruzzo: queste ultime debbono essere individuate attraverso il valore dello slump-flow, del tempo di svuotamento al V-funnel, della capacità di attraversamento e della resistenza alla segregazione;
- alla resistenza a compressione caratteristica del calcestruzzo in opera. Alla luce della minore dipendenza attesa per le prestazioni degli SCC in opera rispetto alla qualità dell'esecuzione del getto è opportuno rendere più stringente

il requisito relativo alla resistenza attuale rispetto a quello fissato per le strutture realizzate con i conglomerati tradizionali. Pertanto, si consiglia di specificare che la resistenza caratteristica in opera (valutata su carote  $h/d =$

risulti almeno pari al 90% del valore misurato sui provini cubici prelevati a "bocca di betoniera" alla consegna del conglomerato in cantiere. Nelle schede che seguono vengono riportate le prescrizioni di capitolato per i calcestruzzi autocompattanti di maggiore diffusione destinati alla realizzazione:

- di paratie, pali e di platee di fondazione di grande estensione superficiale dove l'impiego dell'autocompattante si giustifica grazie all'accelerazione dei lavori

di esecuzione dei manufatti che con conglomerati superfluidi tradizionali richiederebbero tempi molto lunghi;

- di strutture di elevazione quali pilastri, muri facciavista, muri di grande estensione superficiale in aree a clima temperato.

*a) Calcestruzzo autocompattante destinato alla realizzazione di strutture di fondazione I e muri interrati a contatto con terreni non aggressivi*

*Calcestruzzo autocompattante a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di fondazione in classe di esposizione XC2 (UNI 11104),  $R_{ck}$  30 N/mm<sup>2</sup>, Autocompattabilità: Slump Flow (spandimento) > 650 mm,  $D_{max}$  16 mm, CI 0,4*

Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte ai calcestruzzi autocompattanti destinati alle strutture di fondazione e ai muri interrati in contatto con terreni non aggressivi e attengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005). Le prescrizioni di capitolato, inoltre, sono rivolte a plinti di piccole dimensioni (altezza non superiore a 1.5 m, a platee di fondazione e muri di spessore non superiore a 60-80 cm).

Avvertenze

Per le opere di fondazione realizzate con tradizionali calcestruzzi superfluidi consultare il paragrafo relativo alle opere di fondazione. Prima di procedere all'utilizzo della presente prescrizione di capitolato è opportuno eseguire un'analisi chimica del terreno tesa ad accertare la eventuale presenza di solfati. Questa esigenza diventa stringente soprattutto quando si debbono fondare opere su terreni agricoli (o nelle vicinanze) in quanto la probabilità che i solfati siano presenti risulta elevata a causa dell'utilizzo dei fertilizzanti (ad esempio, a base di solfato d'ammonio). Nel caso venisse accertata dall'analisi la presenza di solfato in misura superiore a 2000 mg/kg (come  $SO_4^{2-}$ ) utilizzare le prescrizioni di capitolato riportate nel precedente paragrafo "Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di fondazione in

terreni aggressivi” oppure integrarle con quelle contenute nella presente relative all'autocompattabilità.

Per le strutture aeree in clima temperato e rigido da realizzare con calcestruzzi auto compattanti consultare i successivi punti b) e c).

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A3.a) Agente modificatore di viscosità

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520- 2. In particolare: assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Aggiunte minerali di tipo inerte (filler calcareo) conformi ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 12620 oppure cenere volante conforme ai requisiti della norma UNI EN 450

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC2

B3) Rapporto a/c max: 0,60

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(25/30)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 300 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 3,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 16 mm

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10.a) Classe di scorrimento (slump-flow): > 650 mm

B10.b) Tempo di svuotamento al V-funnel: 4÷12 sec

B10.c) Capacità di scorrimento confinato alla scatola ad L:  $h_2/h_1 > 0,80$

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 30 mm (40 per opere in c.a.p.). Per getti controterra su terreno preparato: copriferro minimo 40 mm. Per getti controterra su terreno non preparato: copriferro minimo 70 mm

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera: (Rck minima in opera valutata su carote  $h/d = 1$ ):  
 $C(x/y)_{opera} > 0,90$   $C(x/y) \geq 27$  N/mm<sup>2</sup>

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione $1,5 \div 4\%$ )
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

b) Calcestruzzo autocompattante destinato alla realizzazione di strutture di elevazione<sup>2</sup> di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario che in servizio sono esposte all'azione della pioggia in zone a clima temperato

Calcestruzzo autocompattante a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di elevazione di edifici che operano in servizio all'esterno esposte direttamente all'azione della pioggia, in classe di esposizione XC4 (UNI 11104),  $R_{ck}$  40 N/mm<sup>2</sup>, Autocompattabilità: Slump Flow (spandimento) > 650 mm,  $D_{max}$  16 mm, CI 0,4

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte ai calcestruzzi autocompattanti destinati agli elementi di elevazione di edifici che operano in servizio all'esterno e sono direttamente interessati dall'azione della pioggia. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, pertanto, sono rivolte a pilastri, travi, solette aggettanti, corpi scala e nuclei ascensore che appartengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005) e sono situate in aree del Paese caratterizzate da clima temperato.

#### Avvertenze

Per gli elementi strutturali, pilastri, travi, solai, scale realizzati con i tradizionali conglomerati superfluidi consultare i paragrafi "opere in clima temperato", "strutture in clima rigido" e "opere in ambiente marino". Per gli elementi strutturali esposti in ambiente a clima rigido da realizzarsi con calcestruzzi auto compattanti consultare il successivo punto c). Per le opere di fondazione realizzate con SCC consultare il precedente punto a).

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A3.a) Agente modificatore di viscosità

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520- 2. In particolare: assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Aggiunte minerali di tipo inerte (filler calcareo) conformi ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 12620 oppure cenere volante conforme ai requisiti della norma UNI EN 450

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1) B2) Classi di esposizione ambientale: XC4

B3) Rapporto a/c max: 0,50

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(32/40)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 340 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 3,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 16 mm

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10.a) Spandimento (slump-flow): > 650 mm

B10.b) Tempo di svuotamento al V-funnel: 4÷12 sec

B10.c) Capacità di scorrimento confinato alla scatola ad L:  $h_2/h_1 > 0,80$

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 35 mm (45 per opere in c.a.p.)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera: ( $R_{ck}$  minima in opera valutata su carote  $h/d = 1$ ):  $C(x/y)_{opera} > 0,90$   $C(x/y) \geq 36$  N/mm<sup>2</sup>

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione 1,5 ÷ 4%)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

c) Calcestruzzo autocompattante destinato alla realizzazione di strutture di elevazione di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario che in servizio sono esposte all'azione della pioggia in zone a clima rigido

Calcestruzzo autocompattante a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di elevazione di edifici che operano in servizio all'esterno esposte direttamente all'azione della pioggia in aree a clima rigido, in classe di esposizione XC4 + XF1 (UNI 11104),  $R_{ck}$  40 N/mm<sup>2</sup>, Autocompattabilità: Slump Flow (spandimento) > 650 mm,  $D_{max}$  16 mm, CI 0,4, aggregati non gelivi F2 o MS25

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte ai calcestruzzi autocompattanti destinati agli elementi di elevazione di edifici che operano in servizio all'esterno e sono direttamente interessati dall'azione della pioggia con frequenti escursioni cicliche della temperatura intorno a 0 °C. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, pertanto, sono rivolte a pilastri, travi, solette aggettanti, parapetti di balconi e terrazze, muri di recinzione, corpi scala e nuclei ascensore che appartengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005) che sono situate nella fascia prealpina e alpina ad altitudini superiori a 800 m e sulla dorsale appenninica ad altitudini superiori ai 1000 m.

#### Avvertenze

Per gli elementi strutturali, pilastri, travi, solai, scale realizzati con i tradizionali conglomerati superfluidi consultare i paragrafi "opere in clima temperato", "strutture in clima rigido" e "opere in ambiente marino". Per gli elementi strutturali esposti in ambiente a clima temperato da realizzarsi con calcestruzzi auto compattanti consultare il precedente punto b). Per le opere di fondazione realizzate con SCC consultare il precedente punto a).

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI EN 1008

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A3.a) Agente modificatore di viscosità

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520- 2. In particolare: assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2. Aggregati non gelivi aventi assorbimento d'acqua inferiore all'1% o appartenenti alle classi F2 o MS25 in accordo alla UNI EN 12620

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Aggiunte minerali di tipo inerte (filler calcareo) conformi ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 12620 oppure cenere volante conforme ai requisiti della norma UNI EN 450.

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC4

B3) Rapporto a/c max: 0,50

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(32/40)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 340 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 3,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 16 mm

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10.a) Spandimento (slump-flow): > 650 mm

B10.b) Tempo di svuotamento al V-funnel: 4÷12 sec

B10.c) Capacità di scorrimento confinato alla scatola ad L:  $h_2/h_1 > 0,80$

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 35 mm (45 per opere in c.a.p.)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera: ( $R_{ck}$  minima in opera valutata su carote  $h/d = 1$ ):  $C(x/y)_{opera} > 0,90$   $C(x/y) \geq 36$  N/mm<sup>2</sup>

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione $1,5 \div 4\%$ )
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali	
** = controllo per colata	

#### Calcestruzzi speciali: i calcestruzzi ad alta resistenza meccanica

Questa sezione è dedicata ai calcestruzzi ad alta resistenza caratterizzati da classi di resistenza caratteristica convenzionale a compressione a 28 giorni maggiori di 60 N/mm<sup>2</sup>.

Questi conglomerati trovano impiego nella realizzazione di pilastri di edifici multipiano soprattutto nei piani interrati dove è fondamentale ridurre le dimensioni degli elementi strutturali per avere maggiore spazio disponibile per le aree di parcheggio. I calcestruzzi ad alta resistenza vengono anche impiegati nella realizzazione di travi di ponti e impalcati soprattutto se di grande luce. Allo stesso modo questo tipo di conglomerati viene convenientemente impiegato per la realizzazione di tegoli di coperture. I calcestruzzi ad alta resistenza, inoltre, possono essere utilizzati anche per la realizzazione di contenitori destinati ad ospitare scorie di materiale radioattivo o comunque nocivo per la salute dell'uomo.

I conglomerati ad alta resistenza vengono confezionati ricorrendo all'impiego combinato di fumo di silice e additivi super-riduttori di acqua al fine di conseguire rapporti acqua/legante così bassi da poter ambire al raggiungimento di prestazioni meccaniche elevate. I bassi rapporti a/c con cui questi conglomerati vengono confezionati li rende, grazie alla ridotta permeabilità, alla presenza del fumo di silice e, quindi, alla riduzione della dimensione media dei pori, praticamente insensibili a qualsiasi attacco promosso dall'ambiente incluso quello derivante dall'azione dei cicli di gelo-disgelo. Pertanto, i calcestruzzi di altissima resistenza meccanica sono resistenti e durevoli in tutte le classi di esposizione ambientale previste dalla UNI 11104.

Rispetto ai calcestruzzi tradizionali quelli ad alta resistenza presentano un comportamento lineare del ramo ascendente sforzo-deformazione che si protrae per valori dello sforzo prossimo alla resistenza a compressione del materiale ed un ramo discendente ripido che denota una tendenza del materiale alla rottura di tipo fragile. Inoltre, è da tener presente che molte caratteristiche del calcestruzzo, quali la resistenza a trazione ed il modulo di elasticità, crescono poco all'aumentare della resistenza a compressione del materiale. Come conseguenza di questo le correlazioni tra queste grandezze e la resistenza a compressione, valide per i calcestruzzi tradizionali, non possono essere estese ai calcestruzzi ad alta resistenza. Alla luce di quanto sopra menzionato la progettazione e il dimensionamento delle strutture con calcestruzzi ad alta resistenza deve avvenire ricorrendo a codici di calcolo specifici per questi materiali in quanto quelli disponibili per i calcestruzzi a normale resistenza non sono utilizzabili. A tale scopo si suggerisce di consultare l'Estensione al Codice Modello CEB-FIP 90 specifico per i calcestruzzi ad alta resistenza. Alcune



correlazioni tra diverse caratteristiche elasto-meccaniche del calcestruzzo e resistenza meccanica a compressione sono anche riportate nelle Linee Guida sui Calcestruzzi Strutturali emesse nel 1996 a cura del Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei lavori pubblici.

Nella presente sezione di seguito vengono riportate le prescrizioni di capitolato per un conglomerato ad alta resistenza C60/75 destinato a qualsiasi tipologia strutturale dove il requisito di resistenza è primario o indirettamente si richiede al calcestruzzo una elevata resistenza all'urto o alle perforazioni come avviene anche per le pareti dei caveau delle banche. Il conseguimento della prestazione meccanica desiderata è strettamente dipendente anche dalla qualità dell'aggregato. Per questo motivo nel confezionamento dei calcestruzzi ad alta resistenza è necessario utilizzare aggregati con massa volumica non inferiore a 2,65 kg/l per evitare l'utilizzo di aggregati porosi che collassino prima della matrice cementizia. Inoltre, per il conseguimento di alti valori della prestazione meccanica è altresì opportuno ridurre la dimensione massima dell'aggregato in modo da diminuire le difettosità in corrispondenza dell'interfaccia pasta-aggregato.

Rispetto ai tradizionali conglomerati di normal resistenza i calcestruzzi ad alta resistenza richiedono una modalità di stagionatura particolare nelle prime ore successive al getto. Per questi conglomerati, infatti, non è sufficiente evitare l'evaporazione di acqua verso l'ambiente esterno per prevenire il fenomeno fessurativo nei primissimi giorni successivi al getto, ma è, invece, necessario bagnare entro le prime 24 ore le superfici del getto e protrarre questa stagionatura umida per almeno 7 giorni.

*a) Calcestruzzo ad alta resistenza meccanica per la realizzazione di opere ricadenti in tutte le classi di esposizione ambientale secondo UNI 11104 e per applicazioni speciali*

*Calcestruzzo ad alta resistenza a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per la realizzazione di opere ricadenti in tutte le classi di esposizione ambientale secondo UNI 11104 (escluse quelle aerate XF), e per applicazioni speciali, Rck 75 N/mm<sup>2</sup>, Autocompattante SCC, Autocompattabilità: Slump Flow (spandimento) > 650 mm, D<sub>max</sub> 16 mm, CI 0,4*

Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono rivolte ai calcestruzzi ad alta resistenza meccanica a compressione destinati alla realizzazione di qualsiasi opere ricadenti in una delle classi di esposizione previste dalla norma UNI 11104.

I calcestruzzi della presente scheda, inoltre, possono essere utilizzati nella realizzazione di elementi inflessi per la realizzazione di impalcati da ponte o di coperture di grande luce. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, inoltre, possono essere utilizzate per la realizzazione di opere speciali quali i caveau delle banche o anche i contenitori per lo smaltimento di materiali nocivi o radioattivi. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda sono in linea di massima sovradimensionate per quegli elementi che appartengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.9.2005). Pertanto, esse con opportune integrazioni circa le barre d'armatura (in acciaio zincato o inossidabile) potrebbero essere estese alla realizzazione di opere in Classe 2 di Vita Utile (100 anni) soprattutto in contesti particolarmente aggressivi quali quelli individuati dalle classi di esposizione ambientale XD3, XS3 e XA3.

Avvertenze

Per gli elementi strutturali, pilastri, travi, solai, scale realizzati con i tradizionali conglomerati superfluidi consultare i paragrafi "opere in clima temperato", "strutture in clima rigido" e "opere in ambiente marino". Per gli elementi strutturali esposti in ambiente a clima rigido da realizzarsi con calcestruzzi auto compattanti consultare il paragrafo "calcestruzzo autocompattante destinato alla realizzazione di strutture di elevazione di fabbricati residenziali, di edifici pubblici o adibiti ad attività commerciali o del terziario che in servizio sono esposte all'azione della pioggia



in zone a clima rigido". Per le opere di fondazione realizzate con SCC consultare il paragrafo "Calcestruzzo autocompattante destinato alla realizzazione di strutture di fondazione<sup>1</sup> e muri interrati a contatto con terreni non aggressivi".

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto: acqua potabile conforme alla UNI EN 1008 (sono escluse le acque di riciclo)

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI EN 12620 e 8520-2. In particolare: aggregati con massa volumica media del granulo non inferiore a 2,65 kg/l. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2

A5) Cemento conforme alla norma UNI EN 197-1

A6) Fumo di silice conforme alla UNI EN 13263

#### Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo ad alta resistenza a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: resistente a tutte le classi di esposizione ambientale previste dalla UNI 11104 (escluse quelle aerate XF)

B3) Classe di resistenza a compressione minima: C(60/75)

B4) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B5) Dosaggio minimo di cemento: 450 kg/m<sup>3</sup>

B6) Dosaggio minimo/massimo di fumo di silice: 25-35 kg/m<sup>3</sup>

B7) Aria intrappolata: max 3,5%

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 16 mm

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Spandimento (slump flow)  $\geq 650$  mm

B10.a) Tempo di svuotamento al V-funnel: 4+12 sec

B10.b) Capacità di scorrimento confinato alla scatola ad L:  $h_2/h_1 > 0,80$

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122):  $< 0,1\%$

#### Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 35 mm (45 per opere in c.a.p.)

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera: ( $R_{ck}$  minima in opera valutata su carote  $h/d = 1$ ):  $C(x/y)_{opera} > 0,85 C(x/y) \geq 64$  N/mm<sup>2</sup>

C3) Scassero dopo 24 ore dalla realizzazione del getto e protezione umida delle superfici da effettuarsi mediante geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.9.2005:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione $1,5 \div 4\%$ )
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
Controllo radiometrico**	D.Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali ** = controllo per colata	

#### b) Strutture di elevazione verticali

##### Muro a facciavista

Consiste in uno strato esterno di elementi lapidei naturali o artificiali di 5,5 cm di spessore, con un rinzafo di malta di calce idraulica sulla faccia interna, e uno strato parallelo di blocchi in laterizio tipo di 30 cm. La malta non deve essere inutilmente abbondante, ma sufficiente; non si devono riempire i vani che possono essere occupati da un concio di pietra con della malta, la quale presenta una resistenza minore della pietra. Non bisogna lasciare vuoti, ma far poggiare bene le facce inferiori delle pietre sopra un piano orizzontale e accuratamente spianate, anche se sono di piccole dimensioni; daranno una solida muratura se impiegate con malta idraulica.

Tra i due strati è interposto uno strato di polistirene espanso di 10 cm. L'esterno non necessita di finitura, mentre l'interno è rivestito da uno strato di intonaco di gesso di 1,5 cm.

##### Muro di mattoni o blocchi di calcestruzzo alleggerito

Occorre curare la perfetta orizzontalità di ogni corso o filare di mattoni o blocchi, lo sfalsamento dei giunti e la legatura dei mattoni o blocchi tra di loro. Gli strati di malta devono avere uno spessore non superiore ai 10-12 mm e devono essere uniformi, sia nei letti orizzontali di giacitura dei mattoni o dei blocchi come nei giunti verticali, per evitare un cedimento sensibile durante l'assestamento e l'indurimento della malta; ad ogni corso si devono riempire i giunti vuoti e gli interstizi tra i mattoni o i blocchi facendo penetrare la malta resa fluida da un poco d'acqua in modo da non lasciare alcun vuoto neppure minimo. Una abbondante annaffiatura, oltre a far penetrare la malta nei vuoti fino a saturare ogni interstizio, serve anche ad impedire un troppo rapido prosciugamento della malta consentendo ad essa il suo naturale periodo di presa, specialmente durante il clima troppo caldo della stagione o della giornata, per cui questa si seccerebbe prima di aver raggiunto la presa. Per lo stesso motivo occorre bagnare a saturazione i mattoni e i blocchi, la cui porosità li rende avidi di acqua e li porterebbe ad assorbire tutta quella contenuta nella malta distruggendone la possibilità di presa regolare.

#### d) Strutture portanti orizzontali

##### Solai

Le coperture degli ambienti e dei vani potranno essere eseguite, a seconda degli ordini della Direzione dei Lavori, con solai di uno dei tipi descritti in appresso.

La Direzione dei Lavori ha la facoltà di prescrivere il sistema e tipo di solaio di ogni ambiente e per ogni tipo di solaio essa stabilirà anche il sovraccarico accidentale da considerare e l'Impresa dovrà senza eccezioni eseguire le prescrizioni della Direzione dei lavori.

L'Impresa dovrà provvedere ad assicurare solidamente alla faccia inferiore di tutti i solai ganci di ferro appesi lumi del numero, forma e posizione che, a sua richiesta, sarà precisato dalla Direzione dei Lavori.

#### *Solai a travetti*

I travetti in calcestruzzo sono realizzati interamente con questo materiale; i travetti misti sono costituiti da una suola generalmente in laterizio e da un getto poco importante in calcestruzzo di solidarizzazione della suola con l'armatura.

La messa in opera richiede attrezzatura di sollevamento alquanto modesta. Una volta posati i travetti opportunamente distanziati, su di essi vengono impostati i blocchi. È richiesta poca impalcatura di sostegno: normalmente una fascia rompitratta in mezzera per regolarizzare le quote d'intradosso dei vari travetti. Un getto di calcestruzzo completa, solidarizzando.

I blocchi di alleggerimento richiedono una suola superiore di calcestruzzo, mentre quelli collaboranti presentano una propria suola sostitutiva o integrativa di quella in calcestruzzo.

#### *Solai in cemento armato*

Per tali solai si richiamano tutte le norme e prescrizioni per l'esecuzione delle opere in cemento armato.

#### *Solai di tipo misto in cemento armato ed elementi laterizi forati*

I laterizi dei solai di tipo misto in cemento armato, quando abbiano funzione statica, dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni:

- essere conformati in modo che le loro parti resistenti a pressione vengano nella posa a collegarsi tra di loro così da assicurare una uniforme trasmissione degli sforzi di pressione dall'uno all'altro elemento;
- ove sia disposta una soletta di calcestruzzo staticamente integrativa di quella in laterizio, quest'ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la perfetta aderenza tra i due materiali ai fini della trasmissione degli sforzi di scorrimento;
- il carico di rottura a pressione semplice riferito alla sezione netta delle parti e delle costolature non deve risultare inferiore a 350 kg/cm<sup>2</sup> e quello a trazione, dedotto con la prova di flessione, non minore di 50 kg/cm<sup>2</sup>;
- qualsiasi superficie metallica deve risultare circondata da una massa di cemento che abbia in ogni direzione spessore non minore di un centimetro;
- per la confezione a pie' d'opera di travi in laterizio armato, l'impasto di malta di cemento deve essere formato con non meno di 6 q di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia viva.

Lo spessore di una soletta, che non sia di semplice copertura, non deve essere minore di 1/30 della portata ed in ogni caso non deve essere minore di 8 cm. Nei solai speciali con laterizi lo spessore della soletta di conglomerato non deve essere minore di 4 cm.

In tutti i solai con laterizi la larghezza delle nervature non deve essere minore di 7 cm ed il loro interasse non deve superare 40 cm nei tipi a nervature parallele e 80 cm in quelli a nervature incrociate.

Di regola devono essere previste nervature trasversali di ripartizione nei tipi a nervature parallele di campata maggiore di 5 m.

È consentito l'impiego di solai speciali con nervaturine di cemento armato e laterizi, senza soletta di conglomerato, purché i laterizi, di provata resistenza, presentino rinforzi di conveniente spessore atti a sostituire la soletta di conglomerato e rimangono incastrati fra le dette nervaturine.

Le eventuali mensole triangolari di raccordo alle estremità delle solette e delle nervature devono essere profilate inferiormente con inclinazione non maggiore di tre di base per uno di altezza.

Per le solette a pianta rettangolare, qualora non si eseguisca una precisa determinazione delle armature, oltre all'armatura principale portante, disposta parallelamente al lato minore, si deve adottare un'armatura secondaria di ripartizione, disposta secondo il lato maggiore di sezione uguale almeno al 25% di quella dell'armatura principale. Quando il rapporto tra i lati del rettangolo è compreso fra  $3/5$  e  $1$ , la soletta deve essere di regola calcolata come piastra.

Nelle solette dei solai con laterizi l'armatura di ripartizione deve essere costituita almeno da tre tondini del diametro di 6 mm per metro lineare.

Un carico isolato agente sulla soletta indirettamente, attraverso una massicciata o pavimentazione, deve essere considerato come ripartito uniformemente su di un rettangolo di lati eguali a quelli della base effettiva di appoggio sulla sovrastruttura, aumentati ambedue del doppio dello spessore della massicciata (o pavimentazione).

Qualora non si esegua il calcolo della soletta come piastra elastica, per tener conto in modo approssimativo della compartecipazione delle strisce adiacenti a quella sotto carico, la soletta può calcolarsi come una trave di sezione rettangolare di larghezza eguale a quella della striscia, come sopra determinata, aumentata ancora di  $1/3$  della portata, ma non maggiore della portata medesima; l'aumento del terzo della portata non deve essere praticato quando il carico sia prossimo ad un appoggio.

#### Solai in lastre alveolari

Sono costituiti da lastre prefabbricate autoportanti realizzate, mediante macchine vibro finitrici, con impiego di calcestruzzo ad elevata resistenza Rck maggiore o uguale a 55 MPa e di trefoli in acciaio armonico a basso rilassamento. Tutte le lastre sono prodotte in Serie Controllata come da D.M. 03-12-1987 e secondo i requisiti della Norma UNI EN ISO 9001, e provvisto di marcatura CE secondo la norma EN 1168 e presentano le seguenti caratteristiche:

- Spessore da cm 12 a cm 70;
- Luci fino ed oltre 20 m;
- Larghezza standard delle lastre 120 cm;
- Larghezza totale delle nervature prefabbricate 36-40 cm come minimo, testate predisposte con almeno n. 2 fresature e giunti longitudinali a nocciolo larghi come minimo 5 cm superiormente e 8 cm a metà altezza per l'inserimento dei collegamenti strutturali e di continuità con le campate adiacenti o travi anche in spessore di solaio;
- Elevata resistenza al fuoco;
- Finitura dell'intradosso liscia da cassero in acciaio.

La messa in opera richiede adeguata attrezzatura di sollevamento.

Il solaio viene ultimato mediante la posa di armatura di collegamento in acciaio ad aderenza migliorata tipo B 450C, getto di completamento in opera per riempimento di giunti, fresature di testata ed eventuale soletta collaborante in calcestruzzo adeguatamente armata.

#### *e) Strutture portanti in carpenteria metallica*

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla legge 5 novembre 1971, n. 1086, "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato

cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica", dal D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

L'impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei lavori:

1. gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;

2. tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

#### Montaggio

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfrecchia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

E' ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore a un mese.

Per le unioni con bulloni, l'Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione dei lavori, un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei lavori. Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:

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

#### Elementi metallici di ancoraggio

La posa in opera degli inserti metallici e delle eventuali dime, deve avvenire contemporaneamente all'esecuzione dei getti dei calcestruzzi, quindi, come questi, può essere subordinata al programma di costruzione dell'edificio.

Per inserti metallici si devono intendere gli elementi metallici di qualunque tipo, diametro e spessore da immergere nei getti di calcestruzzo, nelle posizioni indicate nei disegni di progetto, sia in fondazione che in elevazione, come:

- bulloni commerciali veri e propri (a testa esagonale, tonda, quadra, ecc.);
- barre filettate ad un'estremità e diversamente piegate e/o sagomate all'altra;
- barre filettate inserite in canotti tubolari in acciaio;
- piastre, piatti, profilati, tondini con zanche di ancoraggio con estremità aperte a coda di rondine o con piegature;
- tronchi speciali di tubazione di vario diametro sagomati come nei disegni di progetto.

Sono inoltre considerati inserti metallici i tubi rettilinei in ferro, di vario diametro e lunghezza, da porre in opera nelle posizioni ed alle quote indicate nei disegni di progetto, attraverso il corpo di rilevati stradali e di argini in terra, a costituire guaine di protezione per il passaggio delle tubazioni di impianti.

Per dime si devono intendere solo quei supporti precostruiti fuori opera, sia in struttura di profili o tubi metallici, sia in legno, destinati a mantenere fissati, nelle

posizioni indicate dai disegni, i vari inserti durante l'esecuzione dei getti di calcestruzzo relativi particolari apparecchiature a esse assimilabili.

Non sono considerate dime quelle opere, intese come fornitura e posa, comunemente in elementi di legno che, fissate alle casseforme dei getti, sono destinate a tenere in posizione gli inserti da immergere nei basamenti in calcestruzzo di modesta importanza relativi a pompe, scambiatori, recipienti, plinti di strutture in genere di sostegno tubazioni ed apparecchiature di processo, di varia supportazione per tubazioni, scalette, passerelle, ecc. Non sono considerati dime quei supporti provvisori destinati a mantenere in posizione i tubi guaina durante la fase di formazione rilevato successiva alla loro posa in opera.

Posa in opera

Gli elementi metallici devono essere posti nell'esatta posizione indicata dal progetto, a cura dell'Appaltatore. La posizione altimetrica e planimetrica deve venire controllata a cura e spese dell'Appaltatore prima del getto e subito dopo, per assicurarsi che essi non siano stati smossi durante l'esecuzione dello stesso. Rifacimenti che si rendessero necessari per errori di posizionamento o per spostamenti degli elementi metallici avvenuti durante il getto e dei tubi guaina durante la formazione del rilevato, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

Subito dopo che gli elementi metallici per ancoraggio sono stati posti in opera, la loro parte filettata in vista (se c'è) deve venire protetta, a cura e spese dell'Appaltatore, per mezzo di stracci imbevuti di grasso e avvolti strettamente al bullone con filo di ferro. Tale protezione deve essere mantenuta in efficienza dall'Appaltatore, fino al momento della posa in opera dell'apparecchiatura o struttura.

## **Art. XVI Chiusure**

### a) Chiusure verticali

#### Murature in genere

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle voltine, sordine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari ricavi, sfondi, canne e fori:

- per ricevere le chiavi e i capochiave delle volte, gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T, le testate delle travi in legno ed in ferro, le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- per il passaggio dei tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufa e camini, cessi orinatoi, lavandini, immondizie, ecc.;
- per le condutture elettriche di campanelli, di telefono e di illuminazione;
- per le imposte delle volte e degli archi;
- per gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc.

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura procederà a filari rettilinei, coi piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti venisse prescritto.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al di sotto di 0° C.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché, al distacco del lavoro, vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per giorni 15 dalla loro ultimazione od anche più se sarà richiesto dalla Direzione dei Lavori.

Le canne, le gole da camino e simili, saranno intonacate a grana fina; quelle di discesa delle immondezze saranno intonacate a cemento liscio. Si potrà ordinare che tutte le canne, le gole, ecc., nello spessore dei muri siano lasciate aperte sopra una faccia, temporaneamente, anche per tutta la loro altezza; in questi casi, il tramezzo di chiusura si eseguirà posteriormente.

Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con gli addentellati d'uso, sia col costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

La Direzione stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati degli architravi in cemento armato delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro e al sovraccarico.

#### Murature a secco

Le murature perimetrali, aventi potere fono isolante  $R_w = 63$ , sono costituite da doppia orditura metallica in acciaio rivestita con lega di zinco e alluminio (guide a "U" 100x40 mm e montanti a "C" 100x50 mm) con interposto strato di pannelli di lana di legno aventi densità minima pari a 400 kg/mc e spessore pari a 40 mm. All'interno dell'orditura metallica esterna è posizionato un materassino in lana di vetro,  $\lambda 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$ , spessore 80 mm, in Euroclasse 1; mentre all'interno dell'orditura metallica interna è inserito un materassino isolante in lana di roccia spessore 100 mm con densità indicativa pari a 100kg/mc. La doppia orditura è rivestita all'esterno in lastre di cemento rinforzato, spessore minimo pari a 12,5 mm, ad elevate prestazioni di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e resistenza all'acqua costituite da inerti minerali (perlite) e leganti cementizi (cemento Portland) rinforzate con due reti in fibra di vetro sulle due facce, ed all'interno con doppio strato di lastre di gesso rivestito, spessore minimo pari a 12,5 mm (la lastra verso l'interno sarà con barriera al vapore in lamina di alluminio).

Ove previsto dalla D.L. e dagli elaborati di progetto il tamponamento interno deve essere realizzato mediante l'impiego di lastre in gesso additivate con fibre di cellulosa ad elevate caratteristiche di durezza e resistenza meccanica con densità grezza pari a 1050kg/mc, resistenza a flessione pari a 5N/mm<sup>2</sup> e resistenza alla compressione pari a 30N/mm<sup>2</sup>.

L'isolamento delle strutture portanti in c.a. è realizzato mediante posa di pannello in polistirene espanso estruso dello spessore di 25 mm posato mediante incollaggio con adesivo costituito da malta adesiva a base di resine acriliche miscelato con cemento Portland R325 ed eventualmente mediante successivo fissaggio meccanico.

È necessario provvedere alla realizzazione di giunti di dilatazione ogni 7,20 m di lunghezza ed altezza della parete in modo da creare superfici continue di dimensioni non superiori a 7,20x7,20 m

e comunque in corrispondenza di giunti strutturali. I giunti devono essere sigillati mediante posa di coprigiunto in PVC ad anima elastica atto ad assorbire le dilatazioni della struttura.

Le murature interne si dividono in murature a secco a doppia orditura metallica o ad orditura metallica singola.

Le prime, aventi potere fonoisolante  $RW = 50$  dB, sono costituite da due orditure metalliche in acciaio (guide a "U" 75x40 mm e montanti a "C" 75x50 mm), distanziate di 85/100 mm per consentire il passaggio delle reti impiantistiche, con interposto materassino in lana di vetro, densità 30kg/mc, spessore 60 mm, e rivestite con lastre di gesso dello spessore totale minimo di 280 mm. Il rivestimento della muratura interna tra il locale cucina e il corpo di collegamento deve essere realizzata con lastre in gesso certificate REI 120', inoltre verso il locale cucina il rivestimento deve essere realizzato con doppio strato di lastre di gesso rivestito con tessuto di fibra di vetro omologate in classe 0 (zero) di reazione al fuoco dello spessore di 25 mm.

Le pareti ad orditura metallica singola, aventi potere fono isolante  $Rw = 56$  dB, sono costituite da orditura in acciaio (guide a "U" 100x40 mm e montanti a "C" 100x50) al cui interno è posto un doppio materassino di lana minerale dello spessore di 40+40 mm e densità indicativa 40 kg/mc, rivestita verso le zone asciutte (corridoi, atri, ecc.) con un doppio strato di lastre in gesso rivestito e verso le zone bagnate (bagni, spogliatoi e cucina) con una lastra di gesso rivestito accoppiata ad una idrolastra in gesso.

Salvo dove diversamente indicato (vedi lastre in gesso parete tra cucina e corpo di collegamento REI 120') tutte le lastre di rivestimento dovranno essere omologate in Euroclasse A2-s1-d0.

#### Muro a cassavuota

La muratura consiste in uno strato esterno di elementi in laterizio di cm 20 di spessore ed uno strato interno di elementi in laterizio di 8 cm di spessore con interposto uno strato di materiale isolante (polistirene espanso) di 10 cm.

I rivestimenti consistono nell'intonacatura esterna ed interna, la seconda con intonaco di scagliola. Le finiture comprendono la tinteggiatura da entrambi i lati.

#### Murature di mattoni

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in apposite bagnarole e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessioni alternative in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca attorno e riempia tutte le connessioni.

La larghezza delle connessioni non dovrà essere maggiore di 8 mm né minore di 5 mm.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammortate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessioni orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.



In questo genere di paramento le connessioni di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 mm, e, previa raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e le connessioni dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.

#### Pareti di una testa ed in foglio con mattoni pieni e forati

Le pareti di una testa ed in foglio verranno eseguite con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli mancanti di qualche spigolo. Tutte le dette pareti saranno eseguite con le migliori regole dell'arte, a corsi orizzontali ed a perfetto filo, per evitare la necessità di forte impiego di malta per l'intonaco.

Nelle pareti in foglio, quando la Direzione dei Lavori lo ordinasse, saranno introdotte nella costruzione intelaiature in legno attorno ai vani delle porte, allo scopo di poter fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete, oppure ai lati od alle sommità delle pareti stesse, per il loro consolidamento, quando esse non arrivano fino ad un'altra parete od al soffitto. Quando una parete deve eseguirsi fino sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso sarà ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo con scaglie e cemento.

#### Murature di getto o calcestruzzo

Il calcestruzzo da impiegarsi per qualsiasi lavoro sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali di altezza da 20 a 30 cm, su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato, per modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo e nella sua massa.

Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto stretti od a pozzo esso dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento. Solo nel caso di cavi molto larghi, la Direzione dei Lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente, nel qual caso prima del conguagliamento e della battitura deve, per ogni strato di 30 cm d'altezza, essere ripreso dal fondo del cavo e rimpastato per rendere uniforme la miscela dei componenti.

Quando il calcestruzzo sia da calare sott'acqua, si dovranno impiegare tramogge, casse apribili o quegli altri mezzi d'immersione che la Direzione dei Lavori prescriverà, ed usare la diligenza necessaria ad impedire che, nel passare attraverso l'acqua, il calcestruzzo si dilavi con pregiudizio della sua consistenza.

Finito che sia il getto, e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la Direzione dei Lavori stimerà necessario.

#### Altre murature

Per quanto riguarda altri tipi di murature dello stesso tipo di quelle esterne, si faccia riferimento al capitolo riservato alle "strutture di elevazione verticali".

#### b) Infissi esterni verticali

In base al D.M. 14 giugno 1989, n. 236, "Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata", le porte, le finestre e le porte-finestre devono essere facilmente utilizzabili anche da persone con ridotte o impedito capacità motorie o sensoriali.

I meccanismi di apertura e chiusura devono essere facilmente manovrabili e percepibili e le parti mobili devono poter essere usate esercitando una lieve pressione.

Ove possibile si deve dare preferenza a finestre e parapetti che consentono la visuale anche alla persona seduta. Si devono comunque garantire i requisiti di sicurezza e protezione dalle cadute verso l'esterno.

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

Per consentire alla persona seduta la visuale anche all'esterno, devono essere preferite soluzioni per le quali la parte opaca del parapetto, se presente, non superi i 60 cm di altezza dal calpestio, con l'avvertenza, però, per ragioni di sicurezza, che l'intero parapetto sia complessivamente alto almeno 100 cm e inattraversabile da una sfera di 10 cm di diametro. Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni. Le ante mobili degli infissi esterni devono poter essere usate esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

Il valore di trasmittanza massimo dei vetri impiegati dovrà essere pari o inferiore a 1,90 W/mq K. Dovrà comunque essere garantito un valore totale di trasmittanza dei singoli serramenti (telaio + vetri) pari o inferiore a 2,20 W/mq K.

### Infissi in legno

Per l'esecuzione dei serramenti od altri lavori in legno l'impresa dovrà servirsi di una Ditta specialista e ben accetta alla Direzione dei Lavori. Essi saranno sagomati e muniti degli accessori necessari, secondo i disegni di dettaglio, i campioni e le indicazioni che darà la Direzione dei Lavori.

Il legname dovrà essere di essenza forte per i serramenti in legno, di essenza tenera o dolce per quelli interni, perfettamente lavorato e piallato e risultare, dopo ciò, dello spessore richiesto, intendendosi che le dimensioni dei disegni e gli spessori debbono essere quelli del lavoro ultimato, né saranno tollerate eccezioni a tale riguardo.

I serramenti e gli altri manufatti saranno piallati e raspati con carta vetrata e pomice in modo da fare scomparire qualsiasi sbavatura. È proibito inoltre assolutamente l'uso del mastice per coprire difetti naturali di legno o difetti di costruzione.

Le unioni dei ritti con traversi saranno eseguite con le migliori regole dell'arte: i ritti saranno continui per tutta l'altezza del serramento, ed i traversi collegati a dente e mortisa, con caviscie di legno duro e con biette, a norma delle indicazioni che darà la Direzione dei Lavori.

I denti e gli incastri a maschio e femmina dovranno attraversare dall'una all'altra parte i pezzi in cui verranno calettati, e le linguette avranno comunemente la grossezza di 1/3 del legno e saranno incollate.

Nei serramenti ed altri lavori a specchiature i pannelli saranno uniti a telai ed ai traversi intermedi mediante scanalature nei telai e linguette nella specchiatura, con sufficiente riduzione dello spessore per non indebolire il telaio. Fra le estremità della linguetta ed il fondo della scanalatura deve lasciarsi un gioco per consentire i movimenti del legno della specchiatura.

Nelle fodere dei serramenti e dei rivestimenti, a superficie o perlinata, le tavole di legno saranno connesse, a richiesta della Direzione dei Lavori, o a dente e canale ed incollatura, oppure a canale unite da apposita animella o linguetta di legno duro incollata a tutta la lunghezza.

Le battute delle porte senza telaio verranno eseguite a risega, tanto contro la mazzetta quanto fra le imposte.

Le unioni delle parti delle opere in legno e dei serramenti verranno fatte con viti; i chiodi o le punte di Parigi saranno consentiti solo quando sia espressamente indicato dalla Direzione dei Lavori.

Tutti gli accessori, ferri ed apparecchi di chiusura, di sostegno, di manovra, ecc. dovranno essere, prima della loro applicazione, accettati dalla Direzione dei Lavori. La loro applicazione ai vari

manufatti dovrà venire eseguita a perfetto incastro, per modo da non lasciare alcuna discontinuità, quando sia possibile, mediante bulloni a viti.

Quando trattasi di serramenti da aprire e chiudere, ai telai od ai muri dovranno essere sempre assicurati appositi ganci, catenelle od altro, che, mediante opportuni occhielli ai serramenti, ne fissino la posizione quando i serramenti stessi debbono restare aperti. Per ogni serratura di porta od uscio dovranno essere consegnate due chiavi.

A tutti i serramenti ed altre opere in legno, prima del loro collocamento in opera e previa accurata pulitura a raspa e carta vetrata, verrà applicata una prima mano di olio di lino cotto accuratamente spalmato in modo che il legno ne resti bene impregnato. Essi dovranno conservare il loro colore naturale e, quando la prima mano sarà ben essiccata, si procederà alla loro posa in opera e quindi alla loro pulitura con pomice e carta vetrata.

Resta inoltre stabilito che quando l'ordinazione riguarda la fornitura di più serramenti, appena avuti i particolari per la costruzione di ciascun tipo, l'Impresa dovrà allestire il campione di ogni tipo che dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori e verrà depositato presso di essa. Detti campioni verranno posti in opera per ultimi, quando tutti gli altri serramenti saranno stati presentati ed accettati.

Ciascun manufatto in legno o serramento prima dell'applicazione della prima mano d'olio cotto dovrà essere sottoposto all'esame ed all'accettazione provvisoria della Direzione dei Lavori, la quale potrà rifiutare tutti quelli che fossero stati verniciati o colorati senza tale accettazione.

L'accettazione dei serramenti e delle altre opere in legno non è definitiva se non dopo che siano stati posti in opera, e se, malgrado ciò, i lavori andassero poi soggetti a fenditure e screpolature, incurvamenti e dissesti di qualsiasi specie, prima che l'opera sia definitivamente collaudata, l'Impresa sarà obbligata a rimediarvi, cambiando a sue spese i materiali e le opere difettose.

#### Infissi in alluminio

I serramenti dovranno essere realizzati con profilati estrusi in lega di alluminio EN AW-6060 (UNI EN 755-2) T5 ed avere guarnizioni (statiche e dinamiche) in elastomero EPDM.

I profili, dello spessore minimo di 66 mm, dovranno avere valore di trasmittanza pari a 2,4 – 3,0 W/mq K (spessori 56-66 mm), testato secondo UNI EN 12412-2.

Gli infissi per finestre, porte finestre, vetrate ed altro dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire l'Amministrazione. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile, anche a vasistas, come sarà richiesto; le chiusure saranno eseguite a ricupero ad asta rigida, con corsa inversa ed avranno il ferro inferiore e superiore. Il sistema di chiusura potrà essere a leva od a manopola a seconda di come sarà richiesto.

Le ante per le finestre e le porte finestre dovranno essere complanari all'esterno e a sormonto sul lato interno.

Gli infissi a sporgere (singoli ed in nastrata) possono essere accessoriati con cerniere e braccetti di arresto a scatto oppure con compassi auto bilancianti per le costruzioni più pesanti.

Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio.

Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare bene equilibrati e non richiedere eccessivi sforzi per la chiusura.

Le manopole e le cerniere, se richiesto, saranno cromate.

Le ferramenta di ritegno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso.

Il bloccaggio dei vetri deve avvenire tramite fermavetri di tipo regolare, stonato o tubolare con giunzioni interne ed esterne. Le guarnizioni di tenuta esterna deve essere continua e non presentare giunzioni negli angoli.

Infissi metallici

Le opere in ferro devono ricevere una spalmatura di minio o di vernice antiruggine prima del loro collocamento in opera. Gli apparecchi di manovra, se di metallo fino, vanno protetti con una fasciatura di stracci.

Particolare riguardo nella posa richiedono le serrande di sicurezza per grandi aperture, vetrine, negozi, uffici a terreno, ecc., murando gli assi rotanti dei tamburi e le guide in modo che le serrande scorrano con estrema facilità nelle loro guide.

I serramenti in ferro devono disporsi in modo tale da evitare qualsiasi deformazione, in posizione orizzontale, interponendo tra un infisso e l'altro delle assicelle, o verticalmente leggermente inclinati contro una parete.

Vetri

Le lastre di vetro, di tipo antisfondamento, saranno di norma chiare, del tipo indicato nell'elenco prezzi; per i servizi igienici si adotteranno vetri opachi o smerigliati, il tutto salvo più precise indicazioni che saranno impartite all'atto della fornitura dalla D.L..

Le vetrocamere composte da vetri a bassa emissione, di stratigrafia 33/15/33 mm, dovranno avere le caratteristiche riportate di seguito:

**Proprietà termiche (EN 673)**

Valore Ug (W/(m <sup>2</sup> .K))	1.4
-----------------------------------	-----

**Caratteristiche luminose (EN 410)**

Trasmissione luminosa (t <sub>v</sub> )	75
Riflessione lunimosa (r <sub>v</sub> )	13
Riflessione interna (r <sub>vi</sub> )	13
Indice di resa dei colori - RD65 (R <sub>a</sub> )	95

**Caratteristiche energetiche**

	<b>EN 410</b>	<b>ISO 9050</b>
Trasmissione energetica diretta (t <sub>e</sub> )	43	41
Riflessione energetica (r <sub>e</sub> )	23	23
Assorbimento energetico (a <sub>e</sub> )	34	36
Assorb. energetico vetro 1 (a <sub>e</sub> (1) )	30	32
Assorb. energetico vetro 2 (a <sub>e</sub> (2) )	4	4
Fattore solare (g)	49	46
Coefficiente di shading (SC)	0.56	0.53
Trasmissione dei raggi ultravioletti (UV)	0	
Schattenfaktor (DE) (b-Faktor)		58.0

**Altri caratteristiche**

Resistenza al fuoco (EN 13501-2)	NPD
Reazione al fuoco (EN 13501-1)	NPD
Resistenza ai proiettile (EN 1063)	NPD
Resistenza agli attacchi manuali (EN 356)	NPD
Resistenza agli urti (Prova del pendolo) (EN 12600)	2B2 / 2B2
Isolamento al rumore aereo diretto (ESTIMATED - $R_w$ (C;Ctr): dB)	36 (-1, -5)

Sugli infissi in alluminio le lastre di vetro (vetrocamera) devono essere montate con impiego di fermavetri di tipo regolare, stonato o tubolare con giunzioni interne ed esterne.

Il collocamento in opera delle lastre di vetro, cristallo, ecc. potrà essere richiesto a qualunque altezza ed in qualsiasi posizione, e dovrà essere completato da una perfetta pulitura delle due facce delle lastre stesse, che dovranno risultare perfettamente lucide e trasparenti.

L'Impresa ha l'obbligo di controllare gli ordinativi dei vari tipi di vetri passatile dalla D.L., rilevandone le esatte misure ed i quantitativi, e di segnalare a quest'ultima le eventuali discordanze, restando a suo completo carico gli inconvenienti di qualsiasi genere che potessero derivare dall'omissione di tale tempestivo controllo.

Ogni rottura di vetri o cristalli, avvenuta prima della presa in consegna da parte della D.L., sarà a carico dell'Impresa.

Soglie e davanzali

Nel vano delle finestre, verso l'interno, si dispongono dei davanzali, in marmo, in legno o in alluminio della larghezza di 25-35 cm e dello spessore di 2-3 cm, murati tra le due spallette del muro. Così per le porte esterne, si dispongono attraverso l'apertura una soglia, di pietra o di marmo, che, oltre a completare l'apertura e a consentire la chiusura del serramento mediante il chiavistello che scende nello spessore ed entra nell'apposito astuccio fissato nella soglia, impedendo anche l'entrata dell'acqua dall'esterno. Dove i climi umidi facilitano la condensazione sui vetri, i davanzali interni recheranno una leggera inclinazione ed un foro per mandar fuori l'acqua colata, mediante un tubo metallico.

c) Chiusure orizzontaliVespai

Nei locali in genere i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale, devono essere realizzati vespai con iglù posati su magrone di pulizia. In ogni caso il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto con la mazzaranga per evitare qualsiasi cedimento. Quando richiesto dalla D.L. o previsto dagli elaborati di progetto andrà realizzata bonifica del terreno mediante formazione di strato di misto granulare anidro debitamente pressato e costipato. Per il funzionamento dei vespai si dovrà formare in ciascun ambiente una serie di pozzetti di ventilazione che dovranno avere sezione e sbocco all'aperto di adeguate dimensioni, in modo da assicurare il ricambio dell'aria. Il vespaio è completato da un getto di completamento il cls armato con rete elettrosaldata.

Chiusura orizzontale inferiore e su spazi esterni

Per le chiusure orizzontali inferiori e su spazi esterni valgono le medesime norme e prescrizioni e regole delle strutture portanti orizzontali.

Controsoffitti

Tutti i controsoffitti in genere dovranno eseguirsi con cure particolari allo scopo di ottenere superfici orizzontali (od anche sagomate secondo le prescritte centine), senza ondulazioni od altri difetti e di evitare in modo assoluto la formazione, in un tempo più o meno prossimo, di crepe, crinature o distacchi nell'intonaco. Al manifestarsi di tali screpolature la Direzione dei Lavori avrà facoltà, a suo insindacabile giudizio, di ordinare all'Impresa il rifacimento, a carico di quest'ultima, dell'intero controsoffitto con l'onere del ripristino di ogni altra opera già eseguita (stucchi, tinteggiature, ecc.).

I materiali impiegati per la realizzazione dei controsoffitti dovranno avere le caratteristiche indicate nelle voci di elenco prezzi o quelle indicate dalla D.L..

Ove richiesto dalla faccia inferiore di tutti i controsoffitti dovranno sporgere i ganci di ferro appendilumi.

La Direzione dei Lavori potrà prescrivere anche le predisposizioni di adatte griglie o sfiatatoi in metallo per la ventilazione dei vani racchiusi dai controsoffitti.

- a) Controsoffittatura interna ribassata realizzata con lastre in gesso rivestito su orditura metallica doppia (1). Orditura metallica realizzata con profili in acciaio zincato DX51D+Z200-N-A-C spessore 0,6 mm, a norma UNI-EN 10142 - DIN 18182, delle dimensioni di:

- guide ad "U" 27x30 mm, isolate dalla muratura con nastro vinilico monoadesivo tipo Knauf con funzione di taglio acustico dello spessore di 3,5 mm

- profili "C Plus" 50x27, 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 500 mm.

Il rivestimento dell'orditura è realizzato con singolo strato di lastre in gesso rivestito, a norma UNI 10718 - DIN 18180 collaudate dal punto di vista biologico-abitativo, con certificazione di qualità ISO 9001, dello spessore di 12,5 mm, omologate in Euroclasse A2-s1-d0 di reazione al fuoco, avvitate all'orditura metallica con viti autoperforanti fosfatate.

È prevista la stuccatura dei giunti, degli angoli e delle teste delle viti in modo da ottenere una superficie pronta per la finitura.

- b) Controsoffittatura interna ispezionabile realizzata con pannelli in gesso rivestito, omologati in classe 1 (uno) di reazione al fuoco, su orditura metallica a vista.

L'orditura metallica è realizzata in lamiera d'acciaio zincata e verniciata a norma DIN 18168 parte 1 e composta da profili perimetrali a "L" 24/24 mm e profili portanti e trasversali a "T", 15/38 - 24/38 mm, spessore 0,4 mm con sistema di aggancio resistente a sforzi di trazione pari a 150 kg che rende la struttura del controsoffitto stabile sotto l'azione del sisma (1).

Il profilo portante è posto ad interasse non superiore a 1200 mm ed ancorato al solaio con idonei tasselli, viti, pendini e ganci a molla di sospensione, regolabili, a distanza non superiore a 900 mm.

Il controsoffitto è completato con pannelli di gesso rivestito, dimensione 600x600 mm, spessore 9,5 mm ed una resistenza ad un tasso di umidità relativa dell'aria pari al 90 %, accoppiati sulla faccia vista con pellicola ultrafine di colore avorio, spugnabile.

La riflessione luminosa sarà a norma DIN 5036 parte 3 pari al 72%.

- c) Controsoffittatura interna ispezionabile, realizzata con pannelli in gesso alleggerito omologati in classe 0 (zero) di reazione al fuoco, su struttura metallica a vista atta a garantire una resistenza al fuoco R.E.I. 120.

L'orditura metallica sarà realizzata in lamiera d'acciaio zincata e verniciata a norma DIN 18168 parte 1 e composta da profili perimetrali a "L" 24/24 mm e profili portanti e trasversali a "T", 24/38 mm, spessore 0,4 mm con sistema di aggancio resistente a sforzi di trazione pari a 150 kg che rende la struttura del controsoffitto stabile sotto l'azione del sisma.

Il profilo portante è posto ad interasse non superiore a 600 mm ed ancorato al solaio con idonei tasselli, viti, pendini e ganci a molla di sospensione, regolabili, a distanza non superiore a 900 mm.

Il controsoffitto è completato con pannelli verniciabili di gesso naturale alleggerito, di colore bianco naturale, delle dimensioni di 600x600 mm e spessore 16 mm, con resistenza ad un tasso di umidità relativa dell'aria del 90%, posti in appoggio sulle orditure metalliche e tenuti in sede da apposite clips di fissaggio. Il controsoffitto è applicato ad una distanza non inferiore a 200 mm dall'intradosso delle travi del solaio sovrastante (nel caso si necessiti una protezione REI del solaio).

### Coperture non ventilate

L'elemento di isolamento termico, in coperture non ventilate e salvo esigenze particolari, deve essere preferibilmente sempre posato al di sopra del supporto strutturale il più possibile verso l'esterno, per sfruttare l'inerzia termica della struttura e per trovarsi in condizioni favorevoli rispetto ai problemi di condensazione interstiziale del vapor acqueo.

Deve essere sempre garantita la microventilazione della superficie inferiore dell'elemento di tenuta (tegole, lastre, ecc.) e contemporaneamente è opportuno garantire una ventilazione della superficie esterna dell'isolante termico. Ciò si ottiene con l'uso di elementi distanziatori, generalmente listelli in legno, più alti dello spessore dell'isolante, che permettono il fissaggio della listellatura che sorregge le tegole o le lastre e lasciando uno spazio adeguato tra il listello e la superficie dell'isolante termico.

Nel caso in cui si disponga di uno strato impermeabile sotto l'elemento di tenuta, occorre garantire la microventilazione della superficie inferiore dei prodotti di tenuta e, se possibile, la ventilazione della superficie esterna dell'isolante: ciò può comportare una doppia orditura di listelli distanziatori sopra e sotto il telo impermeabile, con la creazione di una intercapedine ventilata, oppure occorrerà predisporre una barriera al vapore, sotto l'isolante termico, per evitare possibili fenomeni di condensazione dovuti alla presenza del telo impermeabile.

È preferibile che l'isolamento termico sia formato da due strati di elementi con giunti sfalsati, o da un solo strato con giunti ad incastro.

I prodotti dell'elemento termoisolante devono essere sensibili alle variazioni di temperatura e di umidità che si verificano sotto al manto per evitare deformazioni con la conseguente apertura dei giunti.

Se la listellatura viene posata direttamente sul pannello di isolamento termico (con semplice o doppia orditura ortogonale), è necessario che lo stesso sia rigido, permetta la chiodatura e abbia una sufficiente resistenza alla compressione.

I sistemi con lastre isolate a sandwich, se non ventilati, devono disporre di una efficace barriera al vapore dal lato caldo.

### Coperture ventilate

Al di sopra dell'ultimo solaio viene posto l'elemento isolante che dovrà avere una adeguata resistenza termica e potrà essere costituito da doppio strato di pannelli posati con giunti sfalsati o da un monostrato con giunti ad incastro. Sono da evitare i materiali isolanti leggeri sfusi o granulari quando possono essere rimossi dalle correnti d'aria. Se la zona del sottotetto è praticabile l'elemento termoisolante dovrà avere una resistenza a compressione adeguata oppure dovrà essere protetto o completato da uno strato di ripartizione dei carichi.

Si possono realizzare coperture ventilate anche mediante intercapedine a spessore costante lungo la falda. Lo spazio di ventilazione dovrà avere nel punto più basso dell'intercapedine o del sottotetto un'altezza minima di 10 cm. Sono comunque da preferire altezze maggiori (almeno 30 - 60 cm). Tutto il volume d'aria dovrà essere ventilato con regolarità, senza zone morte, per mezzo di aperture generalmente poste in corrispondenza della gronda e del colmo. Le uscite dell'aria

saranno comunque a livello più elevato di quelle d'entrata. Aperture laterali possono risultare dannose per un efficace tiraggio.

La sezione utile delle aperture nel caso di spazi da ventilare di ridotta altezza dovrà essere non minore di 1/500 della superficie della copertura.

Per falde di copertura molto estese occorre prevedere 100 cm<sup>2</sup> di aperture (in ingresso e altrettante in uscita) ogni m3 di volume di sottotetto da ventilare. Nel caso che le falde siano realizzate con strutture in legno discontinue i giunti tra i prodotti costituenti l'elemento di tenuta possono contribuire alla ventilazione del sottotetto stesso (es: coperture in coppi di laterizio, ecc.).

Per la realizzazione delle aperture di ventilazione è possibile ricorrere ad appositi elementi speciali quali le tegole con aeratore, ecc., che vengono integrati con i prodotti costituenti l'elemento di tenuta. Tali prodotti devono però essere realizzati in modo da evitare infiltrazioni d'acqua (per pioggia di stravento) e intrusioni di animali.

Sono preferibili aperture continue (tipo feritoia) a quelle discontinue (fori distanziati). Le aperture dovranno avere un contatto diretto tra lo spazio ventilato e l'esterno e dovranno essere attrezzate con reti di protezione per evitare l'intrusione di animali (volatili, ecc.).

Nel caso che la ventilazione sia ottenuta mediante una intercapedine a spessore costante lungo la falda occorrerà verificare che non vi siano in essa strozzature causate da elementi strutturali, impianti, ecc.

Nel caso l'elemento inferiore (o la struttura inferiore dell'intercapedine) non garantisca la tenuta all'aria verso gli ambienti è possibile predisporre un apposito telo di tenuta. Se questo è disposto al di sopra dell'isolante termico occorre predisporre una barriera al vapore prima dell'isolante, verso il lato caldo.

Occorre evitare in ogni caso la comunicazione tra locale abitato e intercapedine: ciò potrebbe portare a infiltrazioni di vapore d'acqua dovute a depressioni o sovrappressioni del vento.

#### *Coperture non praticabili (coperture a tetto o piane)*

La copertura a tetto sarà sostenuta da una grossa armatura in legno, ferro e cemento armato, il tutto con le disposizioni che saranno prescritte dai tipi di progetto o dalla Direzione dei Lavori.

Sulla grossa armatura saranno poi disposti i travicelli ed i listelli in legno (piccola armatura) sui quali sarà poi distesa la copertura di tegole direttamente o con l'interposizione di un sottomanto in legno od in laterizi.

- Sottomanto di legno - Sarà costituito da tavole di legno di abete dello spessore di 2,5 cm, piallate dalla parte in vista, unite a filo piano e chiodate alla sottostante orditura di travicelli.
- Sottomanto di pianelle o tavelline - Il sottomanto di pianelle o tavelline si eseguirà collocando sui travicelli o correntini del tetto le pianelle o tavelline una vicina all'altra, bene allineate in modo che le estremità di esse posino sull'asse di detti legnami e le connessioni non siano maggiori di 6 mm. Le dette connessioni saranno stuccate con malta idraulica liquida. I corsi estremi lungo la gronda saranno ritenuti da un listello di abete chiodato alla sottostante armatura del tetto.
- Copertura di tegole curve o coppi - La copertura di tegole a secco si farà posando sulla superficie da coprire un primo strato di tegole con la convessità rivolta in basso, disposte a filari ben allineati ed attigui, sovrapposte per 15 cm ed assicurate con frammenti di laterizi. Su questo tratto se ne collocherà un secondo con la convessità rivolta in alto, similmente accavallate per 15 cm disposte in modo che ricoprano le connessioni fra le tegole sottostanti. Le teste delle tegole in ambedue gli strati saranno perfettamente allineate con la cordicella, sia nel parallelo alla gronda che in qualunque senso diagonale.



Il comignolo, i displuvi ed i compluvi saranno diligentemente suggellati con malta, e così pure suggellate tutte le tegole che formano il contorno delle falde, o che poggiano contro i muri, lucernari, canne da camino e simili.

Le tegole che vanno in opera sulle murature verranno posate su letto di malta. La copertura di tegole su letto di malta verrà eseguita con le stesse norme indicate per la copertura di tegole a secco; il letto di malta avrà lo spessore di 4-5 cm.

- Copertura in tegole alla romana - La copertura in tegole alla romana (o "maritate") composta di tegole piane (embrici) e di tegole curve (coppi) si eseguirà con le stesse norme della precedente, salvo che si poserà sulla superficie da coprire il primo strato di tegole curve che ricopriranno i vuoti tra i vari filari di tegole piane. Anche per questo tipo di copertura a secco dovrà eseguirsi con malta idraulica mezzana la necessaria muratura delle testate e dei colmi, la calce a scarpa, ecc. In corrispondenza delle gronde dovranno impiegarsi embrici speciali a lato parallelo.
- Copertura di tegole piane. - Nella copertura di tegole piane ad incastro (marsigliesi o simili), le tegole, quando devono poggiare su armatura di correnti, correntini o listelli, saranno fissate a detti legnami mediante legature di filo di ferro zincato, grosso 1 mm circa, il quale, passando nell'orecchio esistente in riporto alla faccia inferiore di ogni tegola, si avvolgerà ad un chiodo pure zincato, fissato in una delle facce dei correnti o listelli. Quando invece le tegole devono poggiare sopra un assito, sul medesimo, prima della collocazione delle tegole, saranno chiodati parallelamente alla gronda dei listelli della sezione di 4 x 3 cm a distanza tale, fra loro, che vi possano poggiare i denti delle tegole di ciascun filare.

Per la copertura di tegole piane ad incastro su sottomanto di laterizio, le tegole dovranno posare sopra uno strato di malta grosso da 4 a 5 cm, ed ogni tegola dovrà essere suggellata accuratamente con la malta stessa. In ogni caso dovranno essere impiegate, nella posa della copertura, mezze tegole rette e diagonali alle estremità delle falde e negli spigoli, in modo da alternare le tegole da un filare all'altro.

Sopra i displuvi dovranno essere disposti appositi tegoloni di colmo murati in malta idraulica; inoltre dovrà essere inserito un numero adeguato di cappucci di aerazione.

- Copertura in lastre di ardesia artificiale. - Le coperture in ardesia artificiale potranno essere eseguite nei seguenti tipi:
  - con lastre ondulate normali            spessore da 5,5 a 6 mm
  - con lastre ondulate alla romana            spessore da 5,5 a 6 mm
  - con lastre ondulate alla toscana            spessore da 5,5 mm
  - con lastre piane alla francese            spessore da 4 mm

In ogni caso le lastre di copertura verranno poste in opera su tavolato di legno di abete dello spessore di almeno 25 mm con superiore rivestimento in cartone catramato, ovvero sopra orditura di listelli pure in abete della sezione da 4 x 4 a 7 x 7 cm<sup>2</sup> a seconda dell'interasse e del tipo di copertura, fissandole con speciali accessori in ferro zincato (grappe, chiodi, o viti, ranelle triple in piombo, ecc.). La loro sovrapposizione dovrà essere, a seconda del tipo di lastra, da 5 a 8 cm; i colmi ed i pezzi speciali terminali di ogni tipo saranno anch'essi fissati con gli appositi accessori.

L'ardesia artificiale per coperture potrà essere richiesta nei colori grigio naturale, rosso, nero-lavagna, ruggine.

- Coperture in tegole bituminose (tegole canadesi) - Le coperture in tegole bituminose vengono posate su un supporto continuo, assito ligneo o soletta in cemento armato o similari. In genere, per pendenze ridotte, comprese tra 20% e 30%, la posa avviene su un preventivo sottostrato di impermeabilizzazione (es. cartonfeltro bituminato cilindrato) posato in senso parallelo alla linea di gronda e con sormonti. Il fissaggio può avvenire mediante chiodatura, se su supporto chiodabile o riscaldando a fiamma la superficie inferiore delle tegole. Per i punti particolari si possono anche usare adesivi.
- Coperture in lastre di lamiera di rame, di alluminio, di acciaio inossidabile, ecc. - Il piano di posa è in genere una superficie piana, soletta, tavolato continuo, ecc., con eventuale

interposizione di uno strato di separazione (cartonfeltro, ecc.). I giunti laterali sono ad aggraffatura (su squadrette di ancoraggio) o a tassello con coprigiunti, in taluni casi a saldatura. Gli eventuali giunti orizzontali sono a sovrapposizione ed aggraffatura, ad aggraffatura, a sovrapposizione e saldatura.

- Coperture in lastre metalliche nervate di grandi dimensioni (grecate, ondulate, ecc.). - Tali lastre possono essere fornite con lunghezza uguale a quella di falda (sino a 10-14 cm) e permettono pendenze molto ridotte (7 - 8%) o inferiori se la falda risulta di lunghezza minore. Le sovrapposizioni sono in questo caso solo laterali e occorrerà effettuare la posa in senso opposto alla direzione dei venti dominanti. È possibile utilizzare guarnizioni per migliorare la tenuta dell'acqua.

Tutte le lastre sono fissate tramite appositi ancoraggi (viti, ecc.) generalmente posti in corrispondenza della sommità delle nervature, muniti di cappellotti e guarnizioni. L'elemento di supporto è costituito da arcarecci metallici o in legno.

Gli aggetti massimi delle lastre dai supporti sono di circa 30 cm e i minimi di circa 10 cm (per permettere una zona sufficiente per l'ancoraggio).

Per evitare la possibilità di condensazioni, poiché le lastre non permettono la diffusione del vapore, occorre predisporre una ventilazione sotto le lastre, ciò risulta valido anche per ridurre il calore estivo.

- Coperture in pannelli metallici coibentati a sandwich - Si tratta di pannelli coibentati formati da copertura in lastra di acciaio preverniciata, sagomata a forma di tegola, accoppiata ad uno strato isolante costituito da polistirene espanso a lambda migliorato, sintetizzato a cellule chiuse, combinato all'origine con polvere di carbonio a struttura molecolare simile alla grafite. La coibentazione presenta canali a sezione costante, realizzati in fase di stampaggio, che permettono il naturale movimento dell'aria. Tali lastre possono inoltre essere di tipo armato e presentare, all'interno dello strato coibente, dei profili a C di rinforzo preforati e rullati in acciaio. Gli elementi, sia semplici che armati, sono autoportanti e richiedono appoggi metallici di tipo telescopico, regolabili, piuttosto distanziati.
- Coperture in tegole metalliche - Gli elementi sono in rame, acciaio inossidabile, alluminio, ecc., di piccole dimensioni e di forma poligonale. Sono a semplice e doppia profilatura e vengono fissati con chiodi, viti o rivetti su arcarecci in legno o metallo utilizzando anche particolari supporti distanziatori. È opportuno prevedere una ventilazione sottotegola.
- Coperture in lastre metalliche - le lastre sono in lega zinco-rame-titanio, rame, acciaio inossidabile, ecc., sagomate. Sono a semplice o doppia profilatura e possono essere posate mediante chiodi, viti o rivetti su una struttura lignea costituita da un assito in legno grezzo sorretto da listelli o travetti in legno, oppure mediante appositi sistemi di fissaggio in materiale plastico o metallico fissati su listelli o travetti in legno. Le lastre devono essere posate accoppiate ad un sottostante manto impermeabile altamente traspirante, calpestabile, a tenuta d'aria, antirumore.
- Copertura fonoassorbente e termoisolante - la copertura è realizzata mediante la formazione di assito di legno posato in modo da lasciare uno spazio di almeno cm 3 fra una dogia e l'altra, al di sopra del quale verrà steso uno strato separatore di carta oleata, costituito da pura cellulosa non clorata sottoposta ad un processo d'oleazione per immersione. Verranno successivamente posati tre strati di pannelli di sughero biondo naturale compresso a grana fine 2/3 mm, con densità 140/150 Kg/mc, spessore 5 cm cad necessari sia per la correzione acustica che l'isolamento termico della copertura. Al di sopra dello strato di isolamento verrà posata una carta alluminata impermeabile termoriflettente e moduli bugnati in materiale polimerico in grado di garantire un'adeguata aerazione dell'intera copertura piana su cui verrà in seguito realizzato un massetto in sabbia e cemento con creazione di pendenze spessore 7 cm.

#### *Coperture praticabili (coperture a terrazzo) e non praticabili non ventilate*

Il solaio di copertura dell'ultimo piano a terrazzo sarà eseguito in piano, mentre le pendenze da darsi al terrazzo, non inferiori al 3% verso i punti di raccolta delle acque meteoriche (1,5-2% nel caso

di coperture praticabili) saranno raggiunte mediante inclinazione del lastrico di copertura da eseguirsi in smalto, gretonato e comunque con materiali aventi le stesse caratteristiche del solaio.

Strati di pendenza realizzati con massetti in calcestruzzo alleggerito, di supporto ad una barriera al vapore, si comportano come un ulteriore strato di isolamento e possono dare origine a condensazione. Lo strato di protezione in ghiaia è applicabile su pendenze non superiori al 9%.

L'elemento di supporto deve essere in grado di accogliere gli elementi di isolamento e di tenuta, cioè deve essere piano o con eventuale strato di regolarizzazione, secco, senza tracce di olii, pitture o elementi che possano produrre danni agli strati superiori o limitare l'eventuale adesione richiesta.

L'elemento di isolamento termico deve essere preferibilmente sempre posto al di sopra del supporto strutturale. Al di sotto dell'elemento isolante andrà posta una barriera al vapore. I materiali isolanti posti sulle coperture praticabili devono poter sopportare sovraccarichi notevoli. Perciò andrà rivolta particolare cura nel caso di adozione di quadrotti prefabbricati di grandi dimensioni posati su supporti o in presenza di carichi concentrati (fioriere, ecc.). La resistenza minima a compressione dei materiali isolanti dovrà essere superiore a 20 N/cm<sup>3</sup> al 10% di deformazione.

È preferibile che l'elemento isolante sia formato da due strati di elementi con giunti sfalsati o da un solo strato ad incastro.

La massima attenzione va rivolta agli effetti provocati dai prodotti o tecniche di incollaggio degli elementi di tenuta dell'elemento isolante che può venire deformato o alterato da particolari sostanze chimiche o dalla temperatura sviluppata durante l'incollaggio a caldo o la saldatura delle membrane.

È da evitare il ristagno di umidità tra l'elemento di tenuta e l'elemento isolante e lo strato di barriera al vapore. I materiali isolanti andranno protetti dall'umidità prima e durante le operazioni di posa in opera.

L'incollaggio dell'elemento di tenuta sull'elemento isolante va effettuato per punti o per linee continue, quando non sia previsto uno strato di scorrimento. Eventuali ispessimenti dell'elemento di tenuta in corrispondenza di raccordi, camini, bocchettoni di scolo delle acque, ecc., richiedono speciali conformazioni di supporto in modo da evitare il ristagno d'acqua. Nel caso di impiego di elementi di tenuta bituminosi, le sovrapposizioni dei giunti devono avere una larghezza minima di 10 cm. Nel caso di manto pluristrato gli strati devono essere incollati tra loro su tutta la superficie.

L'incollaggio a caldo deve essere realizzato con tempo secco e temperatura esterna non inferiore a 5°C. Gli strati possono essere messi in opera per teli paralleli o a teli incrociati (per membrane anisotrope) avendo cura di sfalsare i giunti di due strati paralleli successivi.

Gli strati di tenuta devono essere perfettamente integri, soprattutto in prossimità di raccordi, giunti o cambiamenti di direzione dello strato.

Il raccordo dell'elemento di tenuta e della barriera al vapore con le superfici verticali o in corrispondenza del bordo del tetto deve essere di altezza superiore a quella massima prevedibilmente raggiungibile dall'acqua (e comunque minimo 15 cm a partire dal livello finito della copertura o maggiore nel caso di precipitazioni abbondanti, neve o venti forti).

Lo strato di barriera al vapore deve essere solidale con lo strato di supporto ed essere messo in opera contemporaneamente allo strato isolante e congiunto perimetralmente con l'elemento di tenuta. È raccomandabile l'adozione di sistemi di raccordo dotati di giunti di dilatazione.

La parte di raccordo verticale dell'elemento di tenuta va protetta, soprattutto in corrispondenza dell'attacco al supporto, da elementi che devino il flusso dell'acqua. Anche per tali strati di protezione è raccomandabile l'inserimento di giunti di dilatazione. Il fissaggio dello strato di tenuta va effettuato con dispositivi distanziati con regolarità.

Il collegamento tra la superficie verticale e quella orizzontale di supporto dell'elemento di tenuta non deve presentare spigoli vivi, ma deve essere accompagnato da spessori inclinati realizzati dall'elemento isolante o da altri dispositivi aventi comunque superficie regolare.

Lo strato di separazione, quando praticabile, non deve essere solidale con lo strato di tenuta per non trasmettergli dilatazioni termiche: vanno quindi previsti degli strati di scorrimento.

Prima di uno strato di protezione in ghiaia deve essere previsto uno strato di separazione in tessuto non tessuto. La ghiaia per realizzare lo strato di protezione deve avere granulometria 16-32 mm e non essere di frantoio.

Gli strati di protezione praticabili continui (massetti, pavimenti su massetto) devono essere frazionati in elementi di lunghezza non superiore a 1,5 m ed essere staccati dalle superfici verticali (muretti, camini, bordi) da opportuni giunti sul perimetro. La separazione dovrà raggiungere lo strato d'indipendenza ed essere eventualmente sigillata con materiali elastici imputrescibili.

Gli strati di protezione praticabile realizzati con massetti o pavimentazioni su massetto dovranno avere uno spessore minimo di 5 cm, eventualmente armato con rete elettrosaldata di ripartizione nel caso di notevoli carichi statici.

Gli sfoghi dell'acqua meteorica, così come i canali devono essere distanziati dalle superfici verticali o altre emergenze di almeno un metro, per evitare che l'accumulo di depositi dovuto dal vento li possa ostruire e permettere inoltre un adeguato raccordo dell'elemento di tenuta. I dispositivi di evacuazione delle acque devono essere collegati completamente all'elemento di tenuta mediante materiali estensibili, incollandoli sull'elemento di tenuta solo sulla parte esterna.

In corrispondenza delle soglie di porte e porte finestre su coperture praticabili, l'elemento di tenuta dovrà avere un'altezza tale da impedire l'ingresso dell'acqua nella peggiore delle situazioni prevedibili. Nel caso non sia possibile ricavare soglie (passaggio di carrozzine, ecc.) dovrà essere previsto l'arretramento della porta e il collegamento con il piano della copertura mediante una rampa. L'altezza delle soglie dipenderà dallo spessore degli strati posti sulla copertura.

Nel caso di fioriere situate al bordo delle coperture (terrazze, logge) esse devono essere impermeabilizzate in modo durevole, oppure va previsto che l'elemento di tenuta prosegua al di sotto di esse, prevedendone la loro possibile amovibilità.

#### *Coperture piane ventilate*

Al di sopra del solaio inferiore andrà posto un elemento isolante avente resistenza termica non inferiore a  $1,5 \text{ m}^2 \text{ h}^\circ \text{C/Kcal}$  a doppio strato con giunti sfalsati o monostrato con giunti ad incastro. Sono da evitare materiali leggeri sfusi quando possono essere rimossi dalle correnti d'aria.

Lo spazio di ventilazione dovrà avere, nel punto più basso dell'intercapedine, un'altezza minima pari a 10 cm. Sono comunque da preferire altezze da 30 a 60 cm e pendenze di circa il 9% (pendenza massima per la collocazione di uno strato di protezione in ghiaia). Sono preferibili le aperture continue (fessure, feritoie) a quelle discontinue (fori, aperture distanziate). Le aperture dovranno permettere un contatto diretto tra lo spazio ventilato e l'esterno, e dovranno essere attrezzate con reti di protezione antintrusione.

Quando il supporto dell'elemento di tenuta è realizzato con elementi di grande dimensione, in corrispondenza delle giunzioni di detti elementi, l'elemento di tenuta non andrà incollato.

Il supporto dell'elemento di tenuta andrà sempre realizzato con materiali resistenti all'umidità (ad esempio pannelli in fibre di legno mineralizzato o tavole). Sopra tale lastrico verrà eseguita una spianata di malta idraulica dello spessore di 2 cm (camicia di calce) e quindi la spianata di asfalto, che sarà data in due strati successivi dello spessore ciascuno di 8 mm, dati l'uno in senso normale all'altro, e ciò allo scopo di evitare ogni infiltrazione d'acqua.

Anche le pareti perimetrali del terrazzo verranno protette, nella parte inferiore, previamente preparate con intonaco grezzo, mediante un'applicazione verticale di asfalto dello spessore di 8 mm e dell'altezza non inferiore a 20 cm, raccordata opportunamente con gli strati suddetti.

Sulla spianata di asfalto sarà poi applicata direttamente (senza massetto) la pavimentazione.

## **Art. XVII Partizioni interne**

### *a) Partizione interna verticale*

#### *Blocchi di gesso, latero-gesso e in calcestruzzo leggero vibrocompresso*

I tramezzi possono essere posati sia sulla soletta al rustico, sia sul pavimento finito. Dopo un accurato tracciamento dello sviluppo previsto dal tramezzo, avviene la preparazione dell'adesivo a base di gesso rispettando le proporzioni indicate dal fabbricante e generalmente riportate sulle confezioni del prodotto, mescolando eventualmente mediante mescolatori elettrici, fino ad ottenere un impasto omogeneo e semifluido.

Si stende quindi un primo cordolo continuo di adesivo sul quale si posa la prima fila di blocchi che deve essere accuratamente messa in bolla.

Le file successive si posano sovrapponendo i blocchi gli uni sugli altri avendo cura di verificare che le sagomature dei bordi siano prive di scaglie e di frammenti che non consentano un corretto accoppiamento.

L'adesivo deve essere distribuito accuratamente su tutta la lunghezza dei bordi, sia longitudinalmente che trasversalmente, di ogni pannello, in modo tale che esso risulti presente su tutti e quattro i lati dei blocchi. Eventuali eccedenze di adesivo vengono eliminate con una spatola.

La posa dei giunti deve avvenire a giunti sfalsati, provvedendo al taglio degli elementi mediante l'uso di una taglierina ad acqua, un flessibile o semplicemente un martello adatto.

La posa del controtelaio si esegue a tramezzatura ultimata, creando nel vano previsto le sedi per le zanche di fissaggio del controtelaio e riempiendo il vuoto con malta cementizia. Le porte in plastica o in metallo devono invece essere posizionate prima della realizzazione del tramezzo che andrà in seguito a legarsi ai montanti del telaio da entrambi i lati.

Il passaggio degli impianti avverrà sotto traccia e, dove possibile, utilizzando i vuoti interni dei singoli blocchi. La realizzazione delle tracce può avvenire solo mediante scanalatori elettrici, sia in modo tradizionale con martello e scalpello. Le tracce saranno poi chiuse con malta cementizia. Occorre prestare attenzione alla chiusura di tracce contenenti l'impianto idrico e termico. I tubi dovranno essere adeguatamente protetti dai fenomeni corrosivi che possono verificarsi utilizzando scagliola.

L'operazione conclusiva che consente di ottenere una superficie liscia e piana adatta ai successivi lavori di tinteggiatura o di posa della tappezzeria, è la rasatura da eseguirsi con adesivi a base di gesso ed eventualmente previa applicazione di primer. Nel caso di posa di rivestimenti ceramici, la rasatura non è necessaria; è sufficiente l'applicazione del primer.

Le altezze ammissibili per le pareti costituite da blocchi in latero-gesso sono riportate nella tabella seguente.

<b>Spessore parete (cm)</b>	<b>Altezza parete (m)</b>	<b>Lunghezza parete (m)</b>
6	3	6
5	4	6.50
10	5	7

### *Murature a secco in gesso rinforzato*

Prima di iniziare le operazioni di posa della struttura è necessario procedere al tracciamento, individuando le superfici delle varie parti dell'edificio alle quali la tramezzatura dovrà raccordarsi. Le canalizzazioni relative agli impianti, interne ed esterne alle murature devono essere posate prima del montaggio della struttura.

La guida deve essere fissata al suolo mediante fissaggio meccanico, ogni 50-60 cm salvo quando diversamente indicato dalla D.L., o di incollaggio con adesivi poliuretanici a due componenti da miscelare o adesivi in solvente a base di elastomeri. Nel caso di posa su solette al rustico è opportuno interporre tra la guida e la soletta, una striscia di membrana bituminosa o sintetica di larghezza sufficiente per superare, dopo la piega di risvolto, il livello del pavimento finito di circa 2 cm. Ciò ai fini della protezione da infiltrazioni di acqua durante la posa dei pavimenti.

La posa della guida superiore avviene in modo analogo a quello previsto per la guida inferiore.

In corrispondenza di vani delle porte, la guida deve essere interrotta a meno che non sia previsto che essa contorni tutto il vano. Le guide devono essere in questo caso tagliate in modo tale da prevedere una eccedenza di 15-20 cm rispetto all'ultimo punto di fissaggio.

I montanti vengono tagliati con lunghezze inferiori di 1 cm a quella esistente fra guida superiore ed inferiore e vengono posizionati in modo tale che la loro apertura sia disposta nel senso di posa delle lastre ed il loro interasse sia compreso fra 40 e 60 cm, salvo quando diversamente indicato dalla D.L.

Ove necessario l'asolatura per agevolare il passaggio di eventuali cavi deve essere praticata nella loro parte inferiore; solo in corrispondenza dei vani porta essi devono venire capovolti per avere l'asolatura in alto.

Le lastre devono essere posizionate a giunti sfalsati ed in modo tale da lasciare alla base una distanza di circa 1 cm. Il loro fissaggio all'orditura avviene mediante viti autofilettanti in ragione di una ogni 25-30 cm in verticale, salvo quando diversamente indicato dalla D.L., ed i giunti fra le lastre adiacenti vengono in seguito trattati procedendo al riempimento dell'assottigliamento dopo aver applicato, con adesivo a base di gesso, uno speciale nastro di armatura.

### *b) Partizione interna orizzontale*

#### *Solai*

Per i solai interni valgono le stesse norme e prescrizioni descritte per le strutture portanti orizzontali.

## **Art. XVIII Partizioni esterne**

### Partizione esterna verticale

Per quanto riguarda le partizioni esterne verticali valgono le medesime prescrizioni ed i regolamenti validi per le chiusure verticali e per le partizioni interne verticali (vedi art. XVI – Chiusure).

#### *Frangisole*

Il Frangisole, di tipo fisso, verrà realizzato in laterizio montato a secco su intelaiatura metallica in lega di alluminio; il paramento esterno sarà costituito da elementi in cotto aventi sezione ellissoidale tronca di dimensioni 86 x 36 x 300, con finitura ad epidermide liscia e di color rosso arancio). Le caratteristiche fisico chimiche del frangisole in progetto sono conformi alle norme CSTB n° 2/02-971\_ NF P13.304 e EN ISO 539.2 - Metodo C per aspetto, resistenza al gelo, dimensioni ed efflorescenza superficiale, interamente trattato con idrorepellente.

Gli elementi in cotto verranno infilati in un profilo tubolare passante in lega di alluminio estruso

T6060, di sezione e spessore adeguati, distanziati fra loro da speciali dischi in neoprene spessore 3 mm; i segmenti orizzontali così costituiti verranno applicati ad una coppia di piatti verticali. Questi saranno realizzati in lega di alluminio T6060 anodizzato di dimensioni 80 x 9.

Le cellule pre-costituite verranno assicurate alla muratura tramite un sistema di aggancio e ritenuta costituito da speciali staffe che andranno ad ancorarsi alla struttura. Tali elementi di ancoraggio saranno realizzati in acciaio zincato e verniciato RAL std e avranno opportuno dimensionamento.

## **TITOLO VI - PRESCRIZIONI PER L'ESECUZIONE DI IMPIANTI**

### **Art. XIX Impianto elettrico e fotovoltaico**

#### Legislazione e normativa tecnica di riferimento

L'appaltatore deve realizzare i lavori in stretta conformità alle prescrizioni del presente CAPITOLATO PRESTAZIONALE, alle buone regole d'installazione, ai più moderni criteri della tecnica edile ed impiantistica ed alle istruzioni del D.L. nel pieno e rigoroso rispetto di tutte le norme e leggi in materia vigenti in Italia, alle quali devono rispondere anche i materiali e le apparecchiature impiegate.

In particolare per l'esecuzione delle opere si dovrà osservare la seguente legislazione e normativa:

- a) DLgs n. 81 del 9 Aprile 2008 "Attuazione dell'art. 1 della legge 3/8/07 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".
- b) D.M. n. 37 del 22 Gennaio 2008 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".
- c) Guida per le connessioni impianti di produzione alla rete elettrica di Enel Distribuzione prima edizione Dicembre 2008.
- d) Norma UNI EN 12464 "Illuminazione nei luoghi di lavoro all'interno" Luglio 2003.
- e) Norma UNI EN 1838 "Illuminazione di emergenza" Marzo 2000.
- f) Legge n. 186 del 23 Marzo 1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiale, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici" riguardante le norme C.E.I. ed in particolare
- g) Norma C.E.I. 11-20 "Impianti di produzione di energia elettrica e di continuità collegati a reti di I e II categoria" quarta edizione Agosto 2000.
- h) Norma C.E.I. 82-8 "Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri" seconda edizione Agosto 2006.
- i) Norma C.E.I. 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e a 1500V in c.c." sesta edizione Gennaio 2007.
- j) Norma C.E.I. 23-51 "prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare" seconda edizione Febbraio 2004.

La rispondenza degli impianti alle Norme sopra specificate deve essere intesa nel modo più restrittivo, nel senso cioè che non solo l'installazione deve essere adeguata a quanto stabilito dai suddetti criteri, ma deve essere altresì assicurata un'analoga rispondenza alle Norme per quanto concerne tutti i materiali e le apparecchiature da impegnare nella realizzazione degli impianti.

In base a quanto sopra prescritto dalle Norme di installazione devono essere scelti ed impiegati materiali provvisti del Marchio Italiano di Qualità per tutti i prodotti per i quali il marchio stesso è ammesso.

In tutti i casi comunque i materiali devono essere scelti fra quanto di meglio il mercato è in grado di fornire, tenuto conto dell'importanza, della continuità dei servizi e della loro esigenza di facile manutenzione, sempre previa approvazione alla Ditta fornitrice, da parte del D.L.

Sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per il rilascio delle licenze, certificati e collaudi da parte degli enti competenti e l'espletamento in tempo utile di pratiche relative a permessi, benestari, autorizzazioni, collaudi ecc. occorrenti per l'installazione ed il funzionamento delle apparecchiature secondo le norme in vigore.



I certificati di approvazione a conferma dell'avvenuto perfezionamento delle pratiche, devono essere consegnati al D.L.

A lavori ultimati l'Appaltatore dovrà fornire la DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DELL'IMPIANTO ALLA REGOLA D'ARTE ( Art. 7 D.M. n° 37 del 22 gennaio 2008) e copia degli schemi sia su carta sia su supporto informatico completi ed aggiornati degli impianti realizzati con le eventuali varianti al progetto originale oltre ai manuali d'uso ed alle schede tecniche delle apparecchiature e dei materiali utilizzati.

L'Appaltatore dovrà inoltre consegnare alla D.L., unitamente alla dichiarazione di conformità di cui sopra, la necessaria modulistica compilata per la denuncia dell'impianto di terra agli organi competenti di cui al D.P.R. 462/01.

Relativamente ai materiali necessari alla realizzazione degli impianti ed ai criteri di installazione dei medesimi, se un materiale, un'apparecchiatura od una modalità di installazione è definita con l'esatto nome di un modello, di una marca, di un costruttore, di un rappresentante, di un catalogo, il riferimento deve intendersi esteso a materiali, apparecchiature o modalità di esecuzione che abbiano equivalenti caratteristiche di qualità, grado di funzionalità, finitura e durata.

Il giudicare dette equivalenze spetta al D.L. che può richiedere prove su determinati materiali o apparecchiature, da eseguirsi a cura e spese dell'Appaltatore.

L'approvazione di un'apparecchiatura o materiale con riferimento a un numero di catalogo, è intesa come limitata unicamente all'apparecchiatura e non ad eventuali accessori.

### Impianto elettrico

L'impianto e le apparecchiature elettriche saranno opportunamente protette con involucri contro la possibilità di contatti diretti con le parti normalmente in tensione.

Le protezioni avverranno mediante isolamento delle parti attive e/o l'impiego di involucri/barriere.

I vari gradi di protezione IP previsti per le apparecchiature (se richiesti dalla normativa) sono indicati nelle allegate tavole di progetto.

La protezione dai contatti indiretti avverrà per interruzione automatica dell'alimentazione mediante collegamento ai conduttori di protezione delle masse ed ai conduttori equipotenziali principali e supplementari delle masse estranee, coordinato con interruttori automatici differenziali a monte di tutte le linee sul quadro elettrico generale e sul quadro elettrico cucina.

Il coordinamento sarà realizzato in modo da avere, in caso di guasto dell'isolamento principale, sulle masse o sulle masse estranee una tensione non superiore a 50V; il differenziale meno sensibile è quello sul quadro contatore ( $I_d=0,3A$ ); ne deriva che la resistenza di terra non dovrà superare il valore di  $166\Omega$ .

L'impianto sarà protetto contro le sovracorrenti (sovraccarico e corto circuito) mediante interruttori automatici magnetotermici a monte di tutte le linee sul quadro elettrico generale e sul quadro elettrico cucina.

Tutte le linee sono state dimensionate secondo la norma C.E.I. 64-8 sesta edizione Gennaio 2007 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000V in corrente alternata e a 1.500V in corrente continua" art. 433.2, per la quale la protezione contro i sovraccarichi è assicurata se entrambe le seguenti condizioni sono soddisfatte:

- 1)  $I_b < I_n < I_z$        $I_b$  = corrente di impiego circuito  
                                  $I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione  
                                  $I_z$  = portata conduttore
- 2)  $I_f < 1,45 I_z$        $I_f$  = corrente che assicura l'intervento del dispositivo

Per la protezione dal corto circuito tutte le linee sono state dimensionate in modo tale da avere sezione adeguata per la loro lunghezza, in modo da assicurare l'intervento istantaneo del relè magnetico installato a monte (lunghezza massima protetta verificata).

L'impianto elettrico oggetto del presente appalto sarà alimentato dall'ente distributore di energia elettrica con fornitura B.T. trifase 400V+N.

L'impianto è stato dimensionato per una potenza massima contrattuale (disponibile) di 60kW, equivalente ad una potenza massima assorbibile di 75kW.

L'edificio sarà dotato inoltre di un impianto a tecnologia solare fotovoltaica, più specificatamente descritto al punto 2), di potenza nominale pari a 10kWp, connesso alla rete elettrica ordinaria (scambio sul posto "net metering").

I gruppi di misura dell'ente distributore saranno posizionati all'esterno dell'edificio, entro nicchia in muratura costruita appositamente sul confine di proprietà.

All'esterno, subito a valle dei gruppi di misura, verrà installato il quadro elettrico contatore (**QC**), del tipo in poliestere a parete, grado di protezione IP 65, classe di isolamento II e portello trasparente; il quadro conterrà l'interruttore magnetotermico di protezione generale e la bobina di sgancio a lancio di corrente per l'interruzione manuale dell'alimentazione dall'esterno dell'edificio in caso di emergenza.

I pulsanti per lo sgancio di emergenza verranno posizionati in prossimità degli ingressi esterni della cucina e della mensa, saranno del tipo sotto custodia in vetro frangibile, completi di lampada spia e circuito di segnalazione e di cartelli indicatori ("SGANCIO IMPIANTO ELETTRICO GENERALE") ed ammonitori ("ATTENZIONE: PRESENZA IMPIANTO FOTOVOLTAICO").

Il quadro elettrico generale (**QG**) verrà installato nell'apposito locale tecnico; sarà del tipo in lamiera a parete, grado di protezione IP 43 e portello in lamiera con cristallo e serrature a chiave.

Il quadro elettrico cucina (**QK**) sarà del tipo ad armadio in lamiera, grado di protezione IP 43 e porta in lamiera con cristallo e serrature a chiave.

Tutte le linee in uscita dai quadri dirette alle utenze finali avranno protezione dalle sovracorrenti (sovraccarico e corto circuito) con interruttore magnetotermico e dai contatti indiretti con relé differenziale.

I quadri elettrici dovranno essere realizzati in conformità alle norme C.E.I. 23-51 "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare" in quanto non avranno tensione nominale superiore a 440V e corrente nominale in entrata superiore a 125A.

La disposizione delle apparecchiature sul fronte dei pannelli andrà realizzata in modo corretto ed ordinato con le necessarie didascalie, in modo che i vari comandi risultino di agevole e immediata lettura.

Le apparecchiature interne dei quadri dovranno tenere conto della sicurezza delle persone, curando in modo rigoroso di evitare inconvenienti accidentali dovuti a contatti di parti sotto tensione.

A tale proposito, verranno quindi presi gli opportuni provvedimenti ed adottate le idonee precauzioni affinché non sia possibile l'accesso alle parti dei quadri sotto tensione.

Tutte le connessioni dovranno essere eseguite con capicorda applicati a pressione con apposite pinze.

Tutti i circuiti, sia di potenza che ausiliari, per comandi, segnalazioni, o misure, che entreranno od usciranno dai quadri, dovranno fare capo ad apposite morsettiere, di tipo componibile, di sezione adeguata ai conduttori che vi si attestano.

Le morsettiere dovranno contenere le indicazioni necessarie per contraddistinguere il circuito ed il servizio a cui ciascun conduttore apparterrà.

Tutti i quadri, al termine dei lavori, dovranno essere sottoposti dal costruttore alle verifiche ed alle prove previste dalla normativa suddetta: la certificazione attestante la conformità di ogni quadro andrà consegnata in copia alla D.L.

Ogni quadro dovrà essere equipaggiato al termine dei lavori con targa identificativa indelebile riportante i seguenti dati:

- Nome o marchio del costruttore
- Tipo o altro mezzo di identificazione da parte del costruttore
- Corrente nominale del quadro
- Natura della corrente e frequenza
- Tensione nominale di funzionamento
- Grado di protezione
- Simbolo dell'isolamento completo, se applicabile

L'impianto elettrico all'interno dell'edificio verrà completamente realizzato con tubazioni in PVC flessibile ad anelli rigidi posate sottotraccia, scatole di derivazione e portapparecchi in PVC incassate e conduttori unipolari con isolamento in PVC 450/750V N07V-K.

Le scatole di derivazione e quelle portapparecchi avranno coperchio a vite, supporti in materiale plastico autoestinguente e placche in tecnopolimero nei colori base a scelta D.L.

Tutti i conduttori saranno del tipo non propaganti l'incendio a norma C.E.I. 20-22 II e non propaganti la fiamma a norma C.E.I. 20-35.

I conduttori entro tubazioni o scatole metalliche o posati direttamente in aria libera dovranno avere doppio isolamento (cavi uni/multipolari tipo FG7(O)R, FROR o H07RN-F).

I conduttori entro tubazioni interrato dovranno avere isolamento 0,6/1kV (cavi uni/multipolari tipo FG7(O)R).

In cucina ed in centrale termica saranno presenti tratti di impianto a vista per l'allacciamento di alcune apparecchiature: i cavi e/o le tubazioni e/o le guaine a vista dovranno essere saldamente fissati alle estremità con pressacavi e/o pressatubi e/o pressaguaine IP 55 a vite.

Tutte le derivazioni dovranno essere realizzate esclusivamente nelle scatole di derivazione con idonei morsetti; non saranno ammesse per alcun motivo derivazioni nastrate e/o nelle scatole portafrutto e/o nelle tubazioni.

I conduttori che alimentano impianti a tensione tra loro diversa dovranno essere posati entro scatole e/o tubazioni diverse, oppure potranno essere posati insieme se avranno tutti la tensione nominale di isolamento per l'impianto a tensione maggiore.

Tutte le lampade per l'illuminazione ordinaria dell'edificio saranno del tipo fluorescente, lineari o compatte, entro corpi illuminanti a parete, a soffitto o a sospensione, con grado di protezione adatto all'installazione (se richiesto dalla normativa) e provvisti di reattori elettronici a basse perdite.

Tutti i comandi luce sono previsti di tipo manuale ad eccezione dell'accensione e dello spegnimento dell'illuminazione esterna che avverrà automaticamente mediante interruttore crepuscolare, e dell'accensione e dello spegnimento delle zone senza presenza continuativa di persone (corridoi e servizi igienici) che avverrà automaticamente mediante interruttori con sensore di presenza e temporizzatore.

Il livello di illuminamento medio previsto nella sala mensa e in cucina è 250lux, 100/150lux negli altri ambienti.

Tutti i locali dell'edificio (ad eccezione dei locali deposito, ripostiglio e centrale termica) saranno dotati di illuminazione di emergenza mediante plafoniere fluorescenti autoalimentate ad accensione automatica in caso di black out con autonomia minima della batteria di 1 ora con tempo di ricarica massimo di 12 ore.

Tutte le plafoniere per l'illuminazione e la segnalazione di sicurezza saranno dotate singolarmente di dispositivo di autodiagnosi locale e di led per l'indicazione dello stato.

Il livello di illuminamento minimo previsto, con le plafoniere autoalimentate in caso di emergenza, ad un metro d'altezza dal pavimento è 5 lux in corrispondenza delle uscite e 2 lux sulla vie di esodo.

Le plafoniere per l'indicazione delle uscite di sicurezza saranno dotate di pittogramma adesivo.

In cucina le prese avranno protezione IP 55; le prese di tipo industriale CEE saranno dotate di interruttore di blocco e protezione singola mediante fusibili.

Negli altri ambienti saranno presenti prese di tipo civile, bivalenti per spine italiane 16A e 10A, distribuite in maniera uniforme su tutta la superficie.

I servizi igienici ciechi saranno dotati di estrazione dell'aria automatica, ad accensione con la luce del locale e spegnimento con temporizzatore.

La mensa sarà dotata di impianto di diffusione sonora composto da diffusori a parete e postazione centrale completa di amplificatore, lettore cd e sintonizzatore radio, microfono con braccio flessibile e UPS per l'alimentazione dell'impianto in caso di black out per almeno 30 minuti.

Il servizio igienico per disabili sarà dotato di pulsante a tirante per la chiamata in caso di emergenza; la suoneria per la segnalazione della chiamata sarà posizionata nell'atrio di ingresso della mensa.

Sono previste prese telefoniche nell'atrio di ingresso della mensa, in cucina e nel locale tecnico.

E' prevista la predisposizione per l'impianto antintrusione, costituita da scatole di derivazione e tubazioni vuote fino ai punti di installazione delle apparecchiature (contatti sui serramenti, radar volumetrici, tastiera e/o chiave transponder per l'attivazione e la disattivazione dell'impianto); la predisposizione per la centrale è prevista nel locale quadri.

Il nuovo impianto di terra sarà composto da:

1. Dispersore: corda in rame nuda 35mmq interrata e puntazze a croce in acciaio zincato sezione 50x50x5mm lunghezza 1,50m infisse verticalmente nel terreno in corrispondenza dei pozzetti di ispezione. Al dispersore artificiale così realizzato va collegato anche il dispersore naturale, cioè il ferro di armatura dell'edificio ed eventuali reti elettrosaldate.
2. Conduttori di protezione: conduttori con isolamento di colore giallo/verde di sezione uguale a quella di fase, per il collegamento delle masse dell'impianto.
3. Conduttori equipotenziali: conduttori con isolamento di colore giallo/verde di sezione 6mmq per il collegamento di masse estranee ( tubazioni metalliche entranti nell'edificio degli impianti metano, acquedotto e riscaldamento).
4. Collettori equipotenziali: barre di rame forate per il collegamento di tutti i conduttori di cui ai punti 1, 2 e 3 completi di capicorda, bulloni e cartellini indicatori.

I collettori equipotenziali saranno posizionati all'interno dei quadri elettrici generale e cucina.

*Specifiche tecniche dei materiali e opere compiute*

Art. 1.E

Quadro elettrico contatore (QC), da collocare all'esterno entro apposita nicchia in muratura, del tipo in poliestere a parete, grado di protezione IP 65, classe di isolamento II, capienza massima 72DIN (4 file x 18), tipo GEWISS modello GW 46 204 o equivalente, dimensioni LxHxP 405x650x200mm, completo di:

- N° 1 interruttore magnetotermico differenziale 4P In=125A P.d.I.=10kA Id=0,3A (differenziale di tipo selettivo)
- N° 1 bobina di sgancio a lancio di corrente Vn=230V c.a.
- N° 1 scaricatori di sovratensione tipo CARPANETO modello V20C/3+NPE o equivalenti
- N° 1 porta fusibili sezionabile 3P+N completo di 3 fusibili 100A gl 22x58mm
- N° 1 interruttore magnetotermico 4P In=20A P.d.I.=6kA
- N° 1 interruttore magnetotermico 2P In=6A P.d.I.=6kA
- Cavo FG7OR 4x35mmq per il collegamento a monte dell'interruttore generale con i morsetti a valle del gruppo di misura dell'ente distributore
- Cavo FG7OR 3x2,5mmq per il collegamento del misuratore dell'ente distributore dell'energia prodotta dall'utente con l'interruttore dedicato e con il gruppo di misura
- Collegamento del modulo NPE scaricatore al dispersore di terra nel pozzetto con cavo N07V-K 25mmq
- Portello apribile in poliestere con oblò trasparente e serrature
- Contropannelli forati ed apribili
- Morsettiere componibili e siglabili
- Cartellini indicatori incisi
- Cablaggio con conduttori isolati ed accessori vari.

#### Art. 2.E

Quadro elettrico generale (QG) del tipo a parete in lamiera verniciata con resina epossidica, grado di protezione IP 43, tipo BTICINO modello MAS 400 LDX o equivalente, dimensioni LxHxP 600x1.000x175mm, completo di:

- N° 1 sezionatore 4P In=125A
- N° 1 scaricatori di sovratensione tipo CARPANETO modello V20C/3+NPE o equivalenti
- N° 1 porta fusibili sezionabile 3P+N completo di 3 fusibili 100A gl 22x58mm
- N° 1 interruttore magnetotermico 4P In=80A P.d.I.=10kA
- N° 1 interruttore magnetotermico differenziale 4P In=16A P.d.I.=6kA Id=0,03A
- N° 5 interruttori magnetotermici differenziali 1P+N In=16A P.d.I.=4,5kA Id=0,03A
- N° 8 interruttori magnetotermici differenziali 1P+N In=10A P.d.I.=4,5kA Id=0,03A
- N° 2 interruttori magnetotermici differenziali 1P+N In=6A P.d.I.=4,5kA Id=0,03A
- N° 1 interruttore magnetotermico 1P+N In=6A P.d.I.=4,5kA
- N° 1 interruttore crepuscolare
- Portello apribile in lamiera con cristallo e serrature
- Contropannelli forati ed apribili
- Morsettiere componibili e siglabili e collettore di terra
- Cartellini indicatori incisi
- Cablaggio con sbarre e/o conduttori isolati ed accessori vari.

#### Art. 3.E

Quadro elettrico cucina (QK) del tipo ad armadio in lamiera verniciata con resina epossidica, grado di protezione IP 43, tipo BTICINO modello MAS 400 LDX o equivalente, dimensioni LxHxP 600x1.600x175mm, completo di:

- N° 1 sezionatore 4P In=100A
- N° 1 interruttore magnetotermico differenziale 4P In=40A P.d.I.=6kA Id=0,03A
- N° 2 interruttori magnetotermici differenziali 4P In=25A P.d.I.=6kA Id=0,03A
- N° 2 interruttori magnetotermici differenziali 4P In=10A P.d.I.=6kA Id=0,03A
- N° 10 interruttori magnetotermici differenziali 1P+N In=16A P.d.I.=4,5kA Id=0,03A

- N° 4 interruttori magnetotermici differenziali 1P+N In=10A P.d.I.=4,5kA Id=0,03A
- N° 3 interruttori magnetotermici differenziali 1P+N In=6A P.d.I.=4,5kA Id=0,03A
- N° 1 relè passo passo unipolare bobina 230V contatto 230V
- N° 2 relè monostabili unipolari NA bobina 24V contatto 230V
- N° 1 interruttore orario programmabile a riserva di carica
- N° 1 selettore manuale a tre posizioni
- N° 2 spie di segnalazione 24V
- N° 1 trasformatore 230/24V 63VA
- N° 2 messa in opera di regolatori climatici U.T.A. (forniti dall'installatore termoidraulico)
- N° 1 messa in opera di rivelatore fughe di gas (fornito dall'installatore termoidraulico)
- Base, zoccolo e testata di chiusura
- Porta apribile in cristallo con serrature a chiave
- Contropannelli forati ed apribili
- Morsettiere componibili e siglabili e collettore di terra
- Cartellini indicatori incisi
- Cablaggio con sbarre e/o conduttori isolati
- Accessori vari.

#### Art. 4.E

Quadro elettrico centrale termica (QCT) del tipo in lamiera a parete, grado di protezione IP 43, tipo BTICINO modello MAS 400 LDX o equivalente, dimensioni LxHxP 600x1.000x175mm, completo di:

- N° 1 sezionatore 4P In=32A
- N° 3 interruttori magnetotermici 3P In=6A P.d.I.=6kA
- N° 1 interruttore magnetotermico 1P+N In=16A P.d.I.=4,5kA
- N° 10 interruttori magnetotermici 1P+N In=6A P.d.I.=4,5kA
- N° 1 relè monostabile 1NA 16A Vn bobina=230V c.a.
- N° 6 contattori 3NA 16A Vn contatti=400V c.a. Vn bobina=230V c.a.
- N° 7 spie luminose
- N° 1 orologio programm. giornaliero/settimanale a riserva di carica
- N° 4 selettori manuali a tre posizioni
- N° 1 selettori manuali a due posizioni
- N° 4 messa in opera di regolatori/centraline (forniti/e dall'installatore termoidraulico)
- N° 1 messa in opera di rivelatore fughe di gas (fornito dall'installatore termoidraulico)
- Portello apribile in lamiera con cristallo e serrature a chiave
- Contropannelli forati ed apribili
- Morsettiere componibili e siglabili e collettore di terra
- Cartellini indicatori incisi
- Cablaggio con sbarre e/o conduttori isolati ed accessori vari.

#### Art. 5.E

Impianto elettrico centrale termica a metano, completo di:

- Interruttore elettrico generale esterno costituito da custodia con portello apribile in vetro frangibile e serratura tipo GEWISS serie 42 RV GW 42 206 o equivalente IP 55 e sezionatore 4P 32A tipo BTICINO modello BTIDIN o equivalente.
- Scatole di derivazione in PVC con protezione IP 55 tipo GEWISS o equivalente, complete di coperchio, pressatubi, pressaguaine e pressacavi.
- Tubazioni in PVC rigido serie pesante tipo FATIFLEX modello TRPG o equivalente per la distribuzione dorsale.
- Guaine pesanti in PVC plastificato con anima in PVC rigido spiralato tipo FATIFLEX modello GUVIFLEX o equivalente per il raccordo alle apparecchiature.
- Cavi multipolari doppio isolamento FG7OR o FROR per il collegamento diretto quadro/scatola - apparecchiatura.
- Cavi unipolari N07V-K per la distribuzione dorsale e per l'impianto luce e presa del locale.
- Impianto e collegamento di:

- n° 2 caldaie murali (alimentazione monofase 230V e bus per la regolazione fino al regolatore nel quadro QCT)
- n° 2 elettropompe ricircolo singole (alimentazione monofase 230V)
- n° 1 elettropompa pannelli solari singola (alimentazione monofase 230V e consenso dalla centralina nel quadro QCT)
- n° 3 gruppi gemellari elettropompe (alimentazione trifase 400V e consenso dalle relative apparecchiature di comando)
- n° 1 elettrovalvola esterna al locale
- n° 1 pressostato di blocco
- n° 1 bitermostato
- n° 1 sonda rilevazione fughe gas fino alla centralina nel quadro QCT
- n° 3 sonde esterne
- n° 2 sonde di mandata
- n° 1 sonda di ritorno
- n° 2 sonde bollitori
- n° 1 servomotore valvola a tre vie
- n° 1 servomotore miscelatore elettronico
- Collegamenti equipotenziali di tutte le tubazioni metalliche e delle masse metalliche in genere, al collettore di terra del locale (all'interno del quadro elettrico) con conduttori N07V-K 6mmq (colore della guaina giallo/verde).
- Illuminazione con n° 1 plafoniera fluorescente 2x58W IP 66 in polycarbonato tipo DISANO modello 921 HYDRO o equivalente.
- Gruppo ingresso locale IP 40 tipo BTICINO modello MATIX IDROBOX o equivalente completo di interruttore unipolare accensione luce e bimpresa di sicurezza 2x16/10A+T.

Art. 6.E

Tubazione a doppio strato in polietilene ad alta densità corrugato esternamente e liscio internamente, per la posa interrata, tipo FATIFLEX modello CDS o equivalente, diametro esterno 160mm, resistenza allo schiacciamento > 450N, esclusi scavo e rinterro.

Art. 7.E

Tubazione a doppio strato in polietilene ad alta densità corrugato esternamente e liscio internamente, per la posa interrata, tipo FATIFLEX modello CDS o equivalente, diametro esterno 125mm, resistenza allo schiacciamento > 450N, esclusi scavo e rinterro.

Art. 8.E

Tubazione a doppio strato in polietilene ad alta densità corrugato esternamente e liscio internamente, per la posa interrata, tipo FATIFLEX modello CDS o equivalente, diametro esterno 40mm, resistenza allo schiacciamento > 450N, esclusi scavo e rinterro.

Art. 9.E

Pozzetto prefabbricato in calcestruzzo 60x60cm profondità 60cm, completo di coperchio in ghisa carrabile.

Art. 10.E

Pozzetto prefabbricato in calcestruzzo 40x40cm profondità 60cm, completo di coperchio in ghisa carrabile.

Art. 11.E

Tubazione in PVC flessibile ad anelli rigidi, serie pesante, diametro esterno 32mm, tipo FATIFLEX modello TMP o equivalente, posata sottotraccia per la posa delle linee dorsali.

Art. 12.E

Scatola di derivazione 294x152x70mm in resina per la posa sottotraccia raccordata alle tubazioni previste, tipo GEWISS modello GW 48 007 o equivalente, completa di coperchio.

Art. 13.E

Tubazione in PVC rigido di colore grigio, autoestinguente, serie pesante, diametro esterno 25mm, completa di raccordi senza filettatura, ganci di sostegno, tasselli e viti, posata in vista a parete o a soffitto, tipo FATIFLEX modello TRPG o equivalente.

Art. 14.E

Tubazione in PVC rigido di colore grigio, autoestinguente, serie pesante, diametro esterno 16mm, completa di raccordi senza filettatura, ganci di sostegno, tasselli e viti, posata in vista a parete o a soffitto, tipo FATIFLEX modello TRPG o equivalente.

Art. 15.E

Scatola di derivazione 190x140x70mm IP 55 in PVC autoestinguente per la posa in vista a parete, a soffitto o nel controsoffitto, tipo GEWISS modello GW 44 057 o equivalente, raccordata alle tubazioni rigide ed alle guaine flessibili previste, completa di coperchio, pressatubi/guaine a vite per ogni foro utilizzato, accessori di fissaggio, morsetti e collegamenti.

Art. 16.E

Cavo unipolare a corda flessibile in rame isolato in gomma HEPR sotto guaina di PVC, non propagante l'incendio e non propagante la fiamma secondo norme C.E.I. 20-22 II e 20-35, contenuta emissione di gas corrosivi in caso di incendio secondo norme C.E.I. 20-37 I e miscela isolante secondo norme C.E.I. 20-11 e 20-34, tensione nominale 0,6/1kV, tipo GENERAL CAVI o equivalente, FG7R sezione 95mmq.

Art. 17.E

Cavo unipolare a corda flessibile in rame isolato in gomma HEPR sotto guaina di PVC, non propagante l'incendio e non propagante la fiamma secondo norme C.E.I. 20-22 II e 20-35, contenuta emissione di gas corrosivi in caso di incendio secondo norme C.E.I. 20-37 I e miscela isolante secondo norme C.E.I. 20-11 e 20-34, tensione nominale 0,6/1kV, tipo GENERAL CAVI o equivalente, FG7R sezione 50mmq.

Art. 18.E

Cavo multipolare a corda flessibile in rame isolato in gomma HEPR sotto guaina di PVC, non propagante l'incendio e non propagante la fiamma secondo norme C.E.I. 20-22 II e 20-35, contenuta emissione di gas corrosivi in caso di incendio secondo norme C.E.I. 20-37 I e miscela isolante secondo norme C.E.I. 20-11 e 20-34, tensione nominale 0,6/1kV, tipo GENERAL CAVI o equivalente, FG7OR formazione 5G4mmq.

Art. 19.E

Cavo multipolare a corda flessibile in rame isolato in gomma HEPR sotto guaina di PVC, non propagante l'incendio e non propagante la fiamma secondo norme C.E.I. 20-22 II e 20-35, contenuta emissione di gas corrosivi in caso di incendio secondo norme C.E.I. 20-37 I e miscela isolante secondo norme C.E.I. 20-11 e 20-34, tensione nominale 0,6/1kV, tipo GENERAL CAVI o equivalente, FG7OR formazione 3G4mmq.

Art. 20.E

Cavo multipolare a corda flessibile in rame isolato in gomma HEPR sotto guaina di PVC, non propagante l'incendio e non propagante la fiamma secondo norme C.E.I. 20-22 II e 20-35, contenuta emissione di gas corrosivi in caso di incendio secondo norme C.E.I. 20-37 I e miscela isolante secondo norme C.E.I. 20-11 e 20-34, tensione nominale 0,6/1kV, tipo GENERAL CAVI o equivalente, FG7OR formazione 2x1,5mmq.

Art. 21.E

Cavo unipolare a corda flessibile in rame isolato in PVC, non propagante l'incendio e non propagante la fiamma secondo norme C.E.I. 20-22 II e 20-35, tensione nominale 450/750V, tipo GENERAL CAVI o equivalente, N07V-K sezione 35mmq.

Art. 22.E



Cavo unipolare a corda flessibile in rame isolato in PVC, non propagante l'incendio e non propagante la fiamma secondo norme C.E.I. 20-22 II e 20-35, tensione nominale 450/750V, tipo GENERAL CAVI o equivalente, N07V-K sezione 25mmq.

Art. 23.E

Cavo unipolare a corda flessibile in rame isolato in PVC, non propagante l'incendio e non propagante la fiamma secondo norme C.E.I. 20-22 II e 20-35, tensione nominale 450/750V, tipo GENERAL CAVI o equivalente, N07V-K sezione 6mmq.

Art. 24.E

Cavo unipolare a corda flessibile in rame isolato in PVC, non propagante l'incendio e non propagante la fiamma secondo norme C.E.I. 20-22 II e 20-35, tensione nominale 450/750V, tipo GENERAL CAVI o equivalente, N07V-K sezione 4mmq.

Art. 25.E

Cavo unipolare a corda flessibile in rame isolato in PVC, non propagante l'incendio e non propagante la fiamma secondo norme C.E.I. 20-22 II e 20-35, tensione nominale 450/750V, tipo GENERAL CAVI o equivalente, N07V-K sezione 2,5mmq.

Art. 26.E

Cavo unipolare a corda flessibile in rame isolato in PVC, non propagante l'incendio e non propagante la fiamma secondo norme C.E.I. 20-22 II e 20-35, tensione nominale 450/750V, tipo GENERAL CAVI o equivalente, N07V-K sezione 1,5mmq.

Art. 27.E

Punto luce semplice sottotraccia a parete o a soffitto completo di tubazione diametro esterno 20mm e conduttori N07V-K 2x1,5mmq+T fino alla scatola di derivazione, compresi i collegamenti.

Art. 28.E

Punto luce semplice soffitto refettorio completo di guaina in PVC spiralato diametro esterno 20mm e cavo multipolare 450/750V H07RN-F 3G1,5mmq fino alla scatola di derivazione sopra al controsoffitto, compresi i collegamenti.

Art. 29.E

Dispersore di terra orizzontale costituito da corda in rame nuda sezione 35mmq (sezione dei singoli fili non inferiore a 2mmq secondo Norme UNEL), per la posa interrata, compresi accessori di collegamento e collegamenti ai ferri dei plinti di fondazione, al conduttore di terra ed ai dispersori verticali.

Art. 30.E

Dispersore di terra verticale costituito da puntazza a croce in acciaio zincato spessore 5mm sezione 5x5cm lunghezza 1,50m, per la posa interrata, compresi accessori di collegamento e collegamenti al dispersore orizzontale.

Art. 31.E

Collegamenti equipotenziali tubazioni metalliche impianti tecnologici (metano, acquedotto, riscaldamento) nel punto di ingresso nell'edificio con conduttori N07V-K 6mmq (colore dell'isolante giallo/verde) fino al collettore equipotenziale nel quadro elettrico generale, compresi bulloneria, capicorda, collari e collegamenti vari.

Art. 32.E

Presa fissa verticale CEE, con interruttore di blocco e base portafusibili, 3P+T In=16A Vn=400V c.a., grado di protezione IP 55, tipo GEWISS serie 66/67 IB GW 66 330 o equivalente, completa di scatola per installazione incassata e cornice, fusibili di protezione, tubazione in PVC flessibile per la posa sottotraccia diametro esterno 25mm e cavi N07V-K 5x4mmq fino alla linea dorsale e collegamenti.

Art. 33.E

Presa fissa verticale CEE, con interruttore di blocco e base portafusibili, 2P+T In=16A Vn=230V c.a., grado di protezione IP 55, tipo GEWISS serie 66/67 IB GW 66 326 o equivalente, completa di scatola

per installazione incassata e cornice, fusibili di protezione, tubazione in PVC flessibile per la posa sottotraccia diametro esterno 25mm e cavi N07V-K 3x4mmq fino alla linea dorsale e collegamenti.

**Art. 34.E**

Gruppo verticale prese cucina composto da n° 2 prese di sicurezza 2P+T In=16A Vn=230V c.a., grado di protezione IP 55, ad alveoli laterali e centrale di terra per spine UNEL e per spine italiane 16A e 10A tipo GEWISS serie SYSTEM GW 20 246 o equivalente, completo di scatola per installazione incassata e cornice per 2 calotte, n° 2 calotte IP 55, tubazione in PVC flessibile per la posa sottotraccia diametro esterno 25mm e cavi N07V-K 3x4mmq fino alla linea dorsale e collegamenti.

**Art. 35.E**

Gruppo ingresso deposito esterno IP 40, tipo BTICINO modello MATIX IDROBOX o equivalente, composto da:

- Scatola per installazione a vista 3 moduli completa di coperchio
- Bipresa di sicurezza bivalente 2x10/16A+T
- Interruttore unipolare comando luce
- Cavi unipolari 450/750V 3x2,5mmq e 2x1,5mmq fino alla scatola di derivazione.

Compresi accessori di fissaggio e collegamenti.

**Art. 36.E**

Presa bivalente (bipresa) di sicurezza 2x16/10A+T a parete, tipo BTICINO modello MATIX o equivalente, completa di scatola da incasso 3 moduli, supporto in materiale plastico autoestinguente, falsi poli, placca nei colori base a scelta D.L., tubazione diametro 20mm e conduttori N07V-K 2x2,5mmq+T fino alla scatola di derivazione, collegamenti.

**Art. 37.E**

Punto alimentazione cucina Pn=18kW Vn=400V da pavimento, completo di tubazione in PVC flessibile sottotraccia diametro esterno 32mm e cavo multipolare doppio isolamento FG7OR 5G10mmq fino al quadro elettrico cucina QK, compresi i collegamenti nel quadro e l'allacciamento e la prova dell'apparecchiatura.

**Art. 38.E**

Punto alimentazione cucina Pn=11kW Vn=400V da pavimento, completo di tubazione in PVC flessibile sottotraccia diametro esterno 32mm e cavo multipolare doppio isolamento FROR 5G6mmq fino al quadro elettrico cucina QK, compresi i collegamenti nel quadro e l'allacciamento e la prova dell'apparecchiatura.

**Art. 39.E**

Punto alimentazione cucina Pmax=6kW Vn=400V da pavimento, completo di tubazione in PVC flessibile sottotraccia diametro esterno 25mm e cavo multipolare doppio isolamento FROR 5G1,5mmq fino al quadro elettrico cucina QK, compresi i collegamenti nel quadro e l'allacciamento e la prova dell'apparecchiatura.

**Art. 40.E**

Punto alimentazione cucina Pmax=3kW Vn=230V da pavimento, completo di tubazione in PVC flessibile sottotraccia diametro esterno 25mm e cavo multipolare doppio isolamento FROR 3G4mmq fino al quadro elettrico cucina QK, compresi i collegamenti nel quadro e l'allacciamento e la prova dell'apparecchiatura.

**Art. 41.E**

Punto alimentazione cucina Pmax=2kW Vn=230V da pavimento, completo di tubazione in PVC flessibile sottotraccia diametro esterno 25mm e cavo multipolare doppio isolamento FROR 3G2,5mmq fino al quadro elettrico cucina QK, compresi i collegamenti nel quadro e l'allacciamento e la prova dell'apparecchiatura.

**Art. 42.E**

Pulsante di emergenza in custodia con portello in vetro frangibile per lo sgancio a distanza dell'interruttore generale sul quadro elettrico contatore, da installare a parete, tipo GEWISS serie 42 RV GW 42 201 o equivalente, completo di circuito e lampada spia di segnalazione, cartello indicatore ed accessori, compresi collegamenti.

Art. 43.E

Impianto chiamata emergenza WC disabili 230V, tipo BTICINO modello MATIX o equivalente, composto da:

- N° 2 scatole da incasso
- N° 2 supporti in materiale plastico autoestinguente
- N° 1 pulsante a tirante NO
- N° 1 suoneria in bronzo
- N° 4 falsi poli
- N° 2 placche nei colori base a scelta D.L.
- Tubazioni diametro 20mm e conduttori N07V-K 1,5mmq fino alla linea dorsale.

Compresi collegamenti.

Art. 44.E

Estrattore aria servizi, portata 250mc/h, tipo WOODS modello XPELAIR DX 400 T o equivalente, completo di temporizzatore, tubazione diametro 20mm e conduttori N07V-K 2x1,5mmq+T fino alla linea dorsale, morsetti e collegamenti al punto luce del locale.

Art. 45.E

Presa telefono con connettore RJ 11, tipo BTICINO modello MATIX o equivalente, completa di scatola da incasso 3 moduli, supporto in materiale plastico autoestinguente, falsi poli, placca nei colori base a scelta D.L., tubazione diametro 20mm e cavo UTP 4PR AWG24 fino alla scatola di derivazione telefonica nel locale quadri, collegamenti.

Art. 46.E

Impianto di diffusione sonora, tipo RCF o equivalente, composto da:

- n° 4 diffusori da parete costituiti da altoparlante professionale doppio cono con membrana in fibra di carbonio e sospensione in gomma, corpo in materiale plastico di colore bianco RAL 9003, griglia metallica di protezione, trasformatore per il collegamento a linea a tensione costante 70/100V, potenza nominale 10W, tipo RCF modello DU-KB10/T o equivalente, per l'installazione a parete, compresi collegamenti, accessori di fissaggio e materiale di consumo.

- n° 1 postazione centrale, per installazione a tavolo, completa di:

Sintonizzatore-CD player amplificatore integrato, 4 uscite a tensione costante 100V, ingresso per microfono, alimentazione 230V c.a., consumo 300VA, potenza nominale 120W RMS, modello EL 2126 o equivalente.

Microfono con base da tavolo in materiale plastico, braccio flessibile lungo 320mm cromato di colore nero, tasto per l'inserzione instabile, modello BM 3014 o equivalente.

Soccorritore UPS ON LINE per l'alimentazione del sistema in caso di black out per 30 minuti, ingresso 230V c.a., uscita 230V c.a., potenza nominale 450VA, tipo AROS o equivalente, per l'installazione a tavolo o a pavimento.

- m 60 di linea in cavi unipolari N07V-K 450/750V 2x1,5mmq entro tubazione in PVC flessibile sottotraccia diametro esterno 20mm.

Compresi collegamenti e prove di funzionamento.

Art. 47.E

Collegamenti sicurezza gas cucina, comprese tubazioni in PVC flessibile per la posa sottotraccia diametro esterno 20mm e cavi N07V-K 1,5mmq dall'elettrovalvola esterna e dalla sonda di rivelazione fino al rivelatore nel quadro cucina QK, collegamenti e prove.

Art. 48.E

Impianto elettrico e collegamenti U.T.A. e canalizzazioni aria cucina, completo di:

- Scatole di derivazione in PVC con protezione IP 55 tipo GEWISS o equivalente, complete di coperchio, pressatubi, pressaguaine e pressacavi.
- Tubazioni in PVC rigido serie pesante tipo FATIFLEX modello TRPG o equivalente per la distribuzione dorsale.
- Guaine pesanti in PVC plastificato con anima in PVC rigido spiralato tipo FATIFLEX modello GUVIFLEX o equivalente per il raccordo alle apparecchiature.
- Cavi unipolari N07V-K o multipolari doppio isolamento FROR per il collegamento diretto all'apparecchiatura.
- Impianto e collegamento di:
  - n° 1 motore monofase (0,42kW)
  - n° 1 commutatore di velocità (da installare all'interno del quadro QK)
  - n° 2 servocomandi (1 valvola a tre vie e 1 serranda)
  - n° 2 sonde da canale
  - n° 1 termostato antigelo
- Collegamenti equipotenziali di tutte le tubazioni metalliche e delle masse metalliche in genere, al collettore di terra del locale (all'interno del quadro QK) con conduttori N07V-K 6mmq.
- Collegamenti ed accessori vari.

**Art. 49.E**

Comando luce manuale con interruttore unipolare 16A per installazione incassata a parete, tipo BTICINO modello MATIX o equivalente, completo di scatola da incasso 3 moduli, supporto in materiale plastico autoestinguente, placca nei colori base a scelta D.L., falsi poli, tubazione diametro 20mm e conduttori N07V-K 2x1,5mmq fino alla scatola di derivazione, compresi collegamenti.

**Art. 50.E**

Comando luce manuale con pulsante unipolare NA 10A per installazione incassata a parete, tipo BTICINO modello MATIX o equivalente, completo di scatola da incasso 3 moduli, supporto in materiale plastico autoestinguente, placca nei colori base a scelta D.L., falsi poli, tubazione diametro 20mm e conduttori N07V-K 2x1,5mmq fino alla scatola di derivazione, compresi collegamenti.

**Art. 51.E**

Relè passo-passo di tipo statico (comando silenzioso) 230V c.a. di tipo adatto alla posa entro scatola di derivazione, tipo FINDER o equivalente, completo di collegamenti con conduttori N07V-K 1,5mmq fino alla linea dorsale, esclusa scatola.

**Art. 52.E**

Comando luce automatico con rilevatore di movimento a soffitto, lente di Fresnel emisferica per rilevazione a 360°, portata 5m per corpi seduti, 10m per corpi in movimento trasversale, 6m per corpi in movimento frontale, potenza commutabile 2300W 230V, portata contatto 10A, temporizzazione regolabile da 15sec a 30min, crepuscolare regolabile da 5 a 2000lux, involucro in PVC a vista, tipo SATI modello LUXOMAT PD2 o equivalente, completo di tubazione diametro 20mm e conduttori N07V-K 1,5mmq fino alla scatola di derivazione, compresi collegamenti.

**Art. 53.E**

Applique a parete per illuminazione esterna, grado di protezione IP 65, in nylon infrangibile, diffusore in polycarbonato satinato, antiabbagliamento, infrangibile ed autoestinguente, riflettore in alluminio martellato, tipo DISANO modello 1260 VEGA o equivalente, completa di n° 2 lampade fluorescenti compatte FLC-L attacco 2G11 18W, accessori per l'installazione a parete, collegamenti e materiale di consumo.

**Art. 54.E**

Plafoniera fluorescente a soffitto IP 65, corpo in polycarbonato grigio infrangibile ed autoestinguente, riflettore in acciaio zincato preverniciato con resina poliestere, diffusore in

polycarbonato trasparente prismaticizzato internamente ed autoestinguente con finitura liscia esterna, tipo DISANO modello 921 HYDRO o equivalente, completa di:

- N° 2 lampade fluorescenti tubolari G13 58W
- Cablaggio elettronico
- Fusibile di protezione 3,15A
- Dispositivi di fissaggio e collegamenti.

**Art. 55.E**

Plafoniera autoalimentata IP 65 con lampada fluorescente 11W 400lm per illuminazione di emergenza, in materiale termoplastico autoestinguente con schermo diffusore prismaticizzato, isolamento in classe II, tipo OVA modello 37141 UNIVERSAL ACTIVA o equivalente, per la posa incassata a parete, completa di:

- Kit da incasso con cornice di finitura cod. 50625
- N° 1 lampada fluorescente 11W
- N° 1 caricatore UNIVERSAL cod. 50622 per ricarica senza contatto elettrico tramite sistema ad induzione (autonomia 1h)
- Dispositivi di fissaggio, collegamenti ed accessori vari.

**Art. 56.E**

Plafoniera autoalimentata IP 65 con lampada fluorescente 11W 400lm per illuminazione di emergenza, in materiale termoplastico autoestinguente con schermo diffusore prismaticizzato, isolamento in classe II, tipo OVA modello 37141 UNIVERSAL ACTIVA o equivalente, per la posa incassata a parete, completa di:

- Kit da incasso con cornice di finitura cod. 50625
- N° 1 lampada fluorescente 11W
- N° 1 pittogramma adesivo segnalazione uscita di sicurezza
- N° 1 caricatore UNIVERSAL cod. 50622 per ricarica senza contatto elettrico tramite sistema ad induzione (autonomia 1h)
- Dispositivi di fissaggio, collegamenti ed accessori vari.

**Art. 57.E**

Plafoniera cilindrica con protezione IP 40 in lamiera di alluminio tornito verniciata con polvere poliestere di colore bianco, riflettore in polycarbonato metallizzato, anello in polycarbonato autoestinguente e schermo diffusore piano in plexiglas trasparente ghiacciato antiabbagliante, cablaggio elettronico e n° 2 lampade fluorescenti compatte FLC 18W, tipo DISANO modello 784 COMPACT o equivalente, completa di accessori per l'installazione a soffitto, collegamenti e materiale di consumo.

**Art. 58.E**

Riflettore circolare diametro esterno 400mm per illuminazione refettorio, installazione sospesa, corpo in alluminio pressofuso con ampie alettature di raffreddamento, diffusore in polycarbonato trasparente con microsatinitura, prismaticizzato internamente e verniciato esternamente, grado di protezione IP 43, tipo DISANO modello 3112 GHOST o equivalente, completo di lampada fluorescente 42W Gx24q-4 3200lm 4000k, accessori per l'installazione sospesa a soffitto, collegamenti e materiale di consumo.

**Art. 59.E**

Apparecchio di illuminazione da terra, installazione ad incasso a pavimento, corpo rotondo in fusione di alluminio, cornice in acciaio inox AISI 304, vetro temperato di chiusura, guarnizione siliconica, schermo antiabbagliamento, resistenza al carico statico 5000kg, temperatura superficiale massima 75°C, controcassa per la posa in opera in fusione di alluminio, morsettiera a 6 poli e doppio pressacavo per entra-esce, diametro cornice 312mm, doppio isolamento, grado di protezione IP 67, tipo iGUZZINI modello LIGHT UP WALK B007 o equivalente, completo di lampada HIT 35W, accessori per l'installazione, collegamenti e materiale di consumo.

***Collaudo impianto elettrico***

Il certificato di collaudo è emesso entro il termine perentorio di sei mesi dall'ultimazione dei lavori ed ha carattere provvisorio; esso assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data dell'emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato anche se l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro i successivi due mesi. Qualora il certificato di collaudo sia sostituito dal certificato di regolare esecuzione, questo deve essere emesso entro tre mesi dall'ultimazione dei lavori.

Durante l'esecuzione dei lavori la Stazione appaltante può effettuare operazioni di collaudo volte a verificare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione a quanto richiesto negli elaborati progettuali, nel capitolato speciale o nel contratto.

L'Appaltatore dovrà consegnare al collaudo il certificato di conformità con i necessari allegati ed in duplice copia gli schemi aggiornati degli impianti realizzati, le schede tecniche dei materiali impiegati, i manuali di istruzione e d'uso delle apparecchiature e la necessaria modulistica compilata per la denuncia dell'impianto di terra, ai sensi del D.P.R. 462/01, agli organi competenti.

Il collaudo tecnico dovrà comprendere esami a vista e prove strumentali.

Gli esami a vista dovranno riguardare i seguenti argomenti:

- Sistemi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti
- Presenza di barriere tagliafiama o altre precauzioni contro la propagazione del fuoco
- Scelta dei conduttori adeguati per portata e caduta di tensione
- Scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione
- Presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e comando
- Idoneità delle apparecchiature e delle misure di protezione contro le influenze esterne
- Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione
- Presenza di schermi e di cartelli ammonitori
- Identificazione dei circuiti, dei fusibili, degli interruttori e dei morsetti
- Idoneità delle connessioni dei conduttori
- Agevole accessibilità dell'impianto

Le prove strumentali dovranno invece essere le seguenti:

- Misura della resistenza di terra
- Prova di continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali
- Prova di funzionalità degli interruttori differenziali
- Verifica dei valori di illuminamento medi.

#### Impianto fotovoltaico

L'edificio sarà dotato di un impianto a tecnologia solare fotovoltaica con potenza nominale pari a circa 10kWp, connesso alla rete elettrica ordinaria (scambio sul posto dell'energia "net metering"); il suddetto impianto fotovoltaico sarà costituito dalle seguenti apparecchiature:

1. N. 44 moduli fotovoltaici in silicio policristallino, completi di protezione frontale in vetro temperato, da installare in parte sulla copertura della cucina e in parte su struttura autoportante poggiata a terra lungo il lato sud del refettorio.
2. N. 2 sezionatori lato DC per la disconnessione del campo fotovoltaico dagli inverter, in caso di guasto o lavori di manutenzione dell'impianto.

3. N. 2 Inverter monofasi ad onda sinusoidale per la conversione della corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici in corrente alternata con frequenza 50Hz adeguata alla rete, completo di trasformatore d'isolamento e dispositivo d'interfaccia, da installare entro apposito locale tecnico.
4. N. 1 unità di raccolta ed elaborazione dati, completa di display LCD per la visualizzazione di tutte le informazioni e per la telemanutenzione del campo fotovoltaico.
5. N. 1 pannello sinottico esterno per la visualizzazione pubblica di tutti i dati relativi al funzionamento dell'impianto fotovoltaico.
6. N. 2 contatori bidirezionali di proprietà dell'Ente distributore, per la misurazione dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico e per lo scambio sul posto tra l'energia immessa e quella prelevata dalla rete stessa, da installare all'esterno del fabbricato sul confine di proprietà entro apposito vano tecnico.

Tutti i cavi per il collegamento delle suddette apparecchiature, saranno del tipo unipolare/multipolare a corda flessibile in rame, completi d'isolamento in gomma HEPR e guaina in PVC 0,6/1Kv, tipo FG7R/FG7OR.

I presenti conduttori saranno posati parte all'interno di tubazioni interrato in PVC corrugato a doppia parete e parte all'interno di tubazioni in pvc flessibile ad anelli rigidi posate sotto traccia.

#### Art. 1.FV

Modulo fotovoltaico 230Wp in silicio policristallino, dimensioni 1.651x986x46mm, completo di vetro solare di protezione, cassetta di giunzione posteriore, conduttori di collegamento con connettori multicontact MC III e classe d'isolamento II, tipo CONERGY modello POWERPLUS 230P o equivalente, completo di:

- Supporti in alluminio estruso per fissaggio su apposita struttura portante (impianto parzialmente integrato ai fini della richiesta tariffe incentivanti), tipo CONERGY o equivalente.
- Minuteria in acciaio inossidabile per assemblaggio sistema.
- Accessori vari, collegamenti e materiale di consumo.

#### Art. 2.FV

Inverter monofase per collegamento impianto fotovoltaico alla rete elettrica bassa tensione dell'Ente Distributore (scambio sul posto), conforme alla direttiva specifica DK 5940, completo di display lcd per la visualizzazione di tutte le informazioni riguardanti il campo fotovoltaico, tipo SMA modello SMC 5000 o equivalente, avente le seguenti caratteristiche:

- Potenza max d'ingresso: 5750W
- Corrente d'ingresso max: 26A
- Range tensione d'ingresso: 270 ÷ 600V
- Numero massimo di stringhe collegabili: 4
- Sistema inseguimento punto di massima potenza di funzionamento campo fotovoltaico (MPPT).
- Grado di rendimento max: 96,1%
- Grado di protezione IP 65
- Sistema di monitoraggio dispersione di terra
- Modem powerline SMA NLMPB-SMC-N o equivalente per la trasmissione dei dati all'unità di raccolta
- Supporto in acciaio zincato per installazione a parete
- Accessori vari, collegamenti e materiale di consumo.

#### Art. 3.FV

Unità di raccolta ed elaborazione dati per il controllo dei parametri campi fotovoltaici e per la telemanutenzione degli inverter, completo di display lcd per la visualizzazione di tutte le informazioni riguardanti l'impianto, tipo SMA modello SUNNY BOY CONTROL o equivalente, avente le seguenti caratteristiche:

- Tensione di rete: 110V – 240V

- Frequenza di rete: 50Hz – 60Hz
- Range tensione d'ingresso: 270 ÷ 600V
- Numero massimo di inverter collegabili: 10
- Grado di protezione IP 40
- Interfacce SMA RS485 e RS232 o equivalente per trasferimento dei dati ad apparecchiature supplementari esterne (es. display sinottico)
- Supporto in acciaio zincato per installazione a parete
- Accessori vari, collegamenti e materiale di consumo.

#### Art. 4.FV

Pannello sinottico esterno, per la visualizzazione di tutti i dati relativi al funzionamento dell'impianto fotovoltaico, tipo CONERGY o equivalente, completo di:

- Supporto in acciaio zincato per installazione a parete
- Accessori vari, collegamenti e materiale di consumo.

#### Art. 5.FV

Pacchetto software completo di manuale d'uso, per la comunicazione tra le apparecchiature Sunny Boy ed il pc, tipo SMA o equivalente.

#### Art. 6.FV

Modem adsl per la connessione unità raccolta ed elaborazione dati alla rete telefonica esterna, tipo CREATIVE o equivalente.

#### Art. 7.FV

Sezionatore lato DC per la sconnessione del campo fotovoltaico dall'inverter, in caso di guasto o lavori di manutenzione, secondo normativa specifica IEC 60364-7-712, tipo CONERGY modello DCD 5-1 25/900 o equivalente, avente le seguenti caratteristiche:

- Massima tensione d'ingresso: 900V
- Massima corrente d'ingresso complessiva: 25A
- Numero massimo di stringhe: 5
- Grado di protezione IP 65
- Classe d'isolamento II
- Scaricatori di sovratensione lato c.c.
- Supporto in acciaio zincato per installazione a parete
- Accessori vari, collegamenti e materiale di consumo.

#### Art. 8.FV

Quadro elettrico protezione linea uscita inverter (**Prf**) del tipo in resina a parete, grado di protezione IP 65 e classe d'isolamento II, tipo GEWISS modello GW 40 113 o equivalente, dimensioni LxHxP 298x260x140mm, completo di:

- N° 1 interruttore magnetotermico differenziale 2P In=32A P.d.I.=6kA Id=0,3A
- N° 1 scaricatori di sovratensione tipo OBO modello V20-C/1+NPE o equivalenti
- Portello apribile in polycarbonato con serrature a chiave
- Morsettiere componibili e siglabili e collettore di terra
- Cartellini indicatori incisi
- Cablaggio con sbarre e/o conduttori isolati
- Accessori vari.

#### Art. 9.FV

Cavo unipolare a corda flessibile in rame isolato in gomma HEPR sotto guaina di PVC, non propagante l'incendio e non propagante la fiamma secondo norme C.E.I. 20-22 II e 20-35, contenuta emissione di gas corrosivi in caso di incendio secondo norme C.E.I. 20-37 I e miscela isolante secondo norme C.E.I. 20-11 e 20-34, tensione nominale 0,6/1kV, tipo GENERAL CAVI o equivalente, FG7R sezione 4mmq.

#### Art. 10.FV



Cavo multipolare a corda flessibile in rame isolato in gomma HEPR sotto guaina di PVC, non propagante l'incendio e non propagante la fiamma secondo norme C.E.I. 20-22 II e 20-35, contenuta emissione di gas corrosivi in caso di incendio secondo norme C.E.I. 20-37 I e miscela isolante secondo norme C.E.I. 20-11 e 20-34, tensione nominale 0,6/1kV, tipo GENERAL CAVI o equivalente, FG7OR formazione 2x16mmq.

#### Art. 11.FV

Collegamento al collettore impianto di messa a terra all'interno del quadro elettrico generale (QG), mediante conduttori unipolari in PVC di colore giallo/verde N07V-K con sezione minima 6mmq, delle seguenti apparecchiature:

- Inverter (Sunny boy).
- Unità di raccolta ed elaborazione dati (Sunny boy control light).
- Scaricatori di sovratensione all'interno dei sezionatori di campo lato c.c.
- Accessori vari, collegamenti, materiale di consumo e quant'altro occorrente per dare l'impianto perfettamente funzionante.

#### *collaudo impianto fotovoltaico*

Il certificato di collaudo è emesso entro il termine perentorio di sei mesi dall'ultimazione dei lavori ed ha carattere provvisorio; esso assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data dell'emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato anche se l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro i successivi due mesi. Qualora il certificato di collaudo sia sostituito dal certificato di regolare esecuzione, questo deve essere emesso entro tre mesi dall'ultimazione dei lavori.

Durante l'esecuzione dei lavori la Stazione appaltante può effettuare operazioni di collaudo volte a verificare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione a quanto richiesto negli elaborati progettuali, nel capitolato speciale o nel contratto.

Il collaudo tecnico dovrà comprendere esami a vista e prove strumentali.

Gli esami a vista dovranno riguardare i seguenti argomenti:

- Verifica corrispondenza dell'impianto alla documentazione finale di progetto
- Verifica corretta posa moduli fotovoltaici e relativa struttura portante
- Verifica realizzazione impianto rispetto alle relative Normative specifiche.

Le prove strumentali dovranno invece essere le seguenti:

- Verifica della continuità elettrica e delle connessioni tra i moduli fotovoltaici
- Verifica della messa a terra di masse e scaricatori di sovratensione
- Verifica della resistenza di isolamento dei circuiti elettrici delle masse, mediante l'impiego di apposito strumento.
- Prove funzionali sui sistemi di conversione statica con riferimento al manuale d'uso e di manutenzione, nelle diverse condizioni di funzionamento.

Dovranno inoltre essere verificate le seguenti condizioni tecnico-funzionali:

#### a) $P_{cc} > 0,85 \times P_{nom} \times I / I_{stc}$

$P_{cc}$  = potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del  $\pm 2\%$

$P_{nom}$  = potenza nominale del generatore fotovoltaico

$I$  = irraggiamento misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del  $\pm 3\%$  (deve essere  $I > 600 \text{ W/m}^2$ )

$I_{stc}$  =  $1000 \text{ W/m}^2$  (irraggiamento in condizioni di prova standard)

b)  $P_{ca} > 0,9 \times P_{cc}$

$P_{ca}$  = potenza attiva in corrente alternata, misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, con precisione migliore del  $\pm 2\%$ .

Tale condizione deve essere verificata per  $P_{ca} > 90\%$  della potenza di targa del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata.

A verifiche ultimate con esito favorevole, l'Appaltatore dovrà rilasciare:

- Il certificato di collaudo che attesti l'esito delle prove e la data in cui le predette sono state effettuate (utilizzando il modello fac-simile fornito dal GSE)
- Le schede tecniche ed i certificati di garanzia delle apparecchiature e dei materiali utilizzati
- I manuali d'uso e manutenzione di tutte le apparecchiature installate.

## **Art. XX Impianti fluidomeccanici**

### Legislazione e normativa tecnica di riferimento -

L'appaltatore deve realizzare i lavori in stretta conformità alle prescrizioni del presente CAPITOLATO PRESTAZIONALE, alle buone regole di installazione, ai più moderni criteri della tecnica edile ed impiantistica ed alle istruzioni della D.L. nel pieno e rigoroso rispetto di tutte le norme e leggi in materia vigenti in Italia, alle quali devono rispondere anche i materiali e le apparecchiature impiegate.

In particolare per l'esecuzione delle opere si dovrà osservare la seguente legislazione e normativa:

- a) DLgs n. 81 del 9 Aprile 2008 "Attuazione dell'art. 1 della legge 3/8/07 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
- b) D.M. n. 37 del 22 Gennaio 2008 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".
- c) Legge n° 10 del 9 gennaio 1991 e D.P.R. n° 412 del 26 agosto 1993 (Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici) con le modifiche introdotte dal D.Lgs. 192/05, D.Lgs 311/06 e L.R. 13/07.
- d) Norme UNI 5364-7354/74 relativamente agli impianti di riscaldamento.
- e) D.M. 26 agosto 1992 relativamente alle norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica.
- f) D.M. 12 aprile 1996 relativamente agli impianti a gas metano della cucina e della centrale termica.
- g) Norme UNI 10339 relativamente agli impianti di termoventilazione.
- h) Norme UNI 9182 relativamente agli impianti di acqua fredda, acqua calda e scarichi.
- i) Legge n° 186 del 23/03/1968 (NORME C.E.I.).
- j) Prescrizioni e raccomandazioni del competente Ufficio A.S.L. e prescrizioni regolamento d'igiene.
- k) Legge n° 13 del 9 Gennaio 1989, D.M. n° 236 del 14 giugno 1989 e D.P.R. n° 503 del 24 luglio 1996 per l'eliminazione delle barriere architettoniche.
- l) Parere conformità antincendio sul progetto rilasciato dal Comando Provinciale Vigili del Fuoco di NOVARA

La rispondenza degli impianti alle Norme sopra specificate deve essere intesa nel modo più restrittivo, nel senso cioè che non solo l'installazione deve essere adeguata a quanto stabilito dai suddetti criteri, ma deve essere altresì assicurata un'analoga rispondenza alle Norme per quanto concerne tutti i materiali e le apparecchiature da impegnare nella realizzazione degli impianti.

In tutti i casi comunque i materiali devono essere scelti fra quanto di meglio il mercato è in grado di fornire, tenuto conto dell'importanza, della continuità dei servizi e della loro esigenza di facile manutenzione, sempre previa approvazione alla Ditta fornitrice, da parte del D.L.

Sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per il rilascio delle licenze, certificati e collaudi da parte degli enti competenti e l'espletamento in tempo utile di pratiche relative a permessi, benestari, autorizzazioni, collaudi ecc. occorrenti per l'installazione ed il funzionamento delle apparecchiature secondo le norme in vigore.

I certificati di approvazione a conferma dell'avvenuto perfezionamento delle pratiche, devono essere consegnati al D.L.

A lavori ultimati l'Appaltatore dovrà fornire la DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DELL'IMPIANTO ALLA REGOLA D'ARTE ( Art. 7 D.M. n° 37 del 22 gennaio 2008) e copia degli schemi sia su carta sia su supporto informatico completi ed aggiornati degli impianti realizzati con le eventuali varianti al progetto originale oltre ai manuali d'uso ed alle schede tecniche delle apparecchiature e dei materiali utilizzati.

L'Appaltatore dovrà inoltre consegnare alla D.L., unitamente alla dichiarazione di conformità di cui sopra, la necessaria modulistica compilata per la denuncia dell'impianto termico all'I.S.P.E.S.L. secondo il D.M. 1.12.1975.

Relativamente ai materiali necessari alla realizzazione degli impianti ed ai criteri di installazione dei medesimi, se un materiale, un'apparecchiatura od una modalità di installazione è definita con l'esatto nome di un modello, di una marca, di un costruttore, di un rappresentante, di un catalogo, il riferimento deve intendersi esteso a materiali, apparecchiature o modalità di esecuzione che abbiano equivalenti caratteristiche di qualità, grado di funzionalità, finitura e durata.

Il giudicare dette equivalenze spetta al D.L. che può richiedere prove su determinati materiali o apparecchiature, da eseguirsi a cura e spese dell'Appaltatore.

L'approvazione di un'apparecchiatura o materiale con riferimento a un numero di catalogo, è intesa come limitata unicamente all'apparecchiatura e non ad eventuali accessori.

#### Impianto idrico sanitario e antincendio

##### *Tubazioni impianto idrico sanitario e scarichi*

L'impianto idrico-sanitario sarà alimentato con derivazione dal contatore previsto nel locale centrale termica

L'impianto idrico-sanitario sarà realizzato con tubazioni (tipo Fusiotherm) in polipropilene Vestolen P6421.

Verrà effettuata la distribuzione dell'acqua calda per la cucina e dell'acqua miscelata per i servizi igienici.

Le tubazioni di acqua calda e fredda saranno posate direttamente sottotraccia.

Tutte le tubazioni di distribuzione dell'acqua saranno provviste di opportuno rivestimento coibente.

All'esterno saranno collocati idranti DN 25 da sottosuolo in apposito pozzetto per eventuale irrigazione.

Gli scarichi verranno realizzati, per i collegamenti degli apparecchi e per la rete di distribuzione interna comprese le colonne montanti sia di scarico sia di ventilazione, mediante tubazioni termosaldate (tipo Geberit).

Tutte le colonne verranno prolungate con tubo di pari diametro fin sopra la copertura al fine di realizzare la necessaria ventilazione.

#### *Apparecchi sanitari e rubinetteria*

Gli apparecchi sanitari in vetrochina di colore bianco saranno posati secondo le indicazioni riportate nelle relative tavole progettuali.

Tutti gli apparecchi saranno provvisti di raccordi flessibili alla rete di distribuzione acqua calda e fredda e di collegamento mediante opportuno sifone all'impianto di scarico.

I vasi saranno dotati delle apposite zanche e di vaschetta per lavaggio, i lavabi sospesi saranno dotati di robuste mensole di sostegno.

La rubinetteria e la raccorderia esterna sarà in ottone cromato completa di tutti gli accessori.

Nel servizio disabili saranno installati un lavabo ed un vaso speciale con le dimensioni di cui al D.P.R. 503 del 24 luglio 1996 e D.M. n° 236 del 14 giugno 1989 punti 4.1.6 e 8.1.6.

#### *antincendio*

Il nuovo edificio essendo previsto per numero di persone superiore a 100 è classificato come scuola di tipo 1 e pertanto sarà provvisto di impianto idrico antincendio con naspi DN 25 in base al D.M. 26 agosto 1992 e lettera circolare P2244/4122 del 30 ottobre 1996.

I naspi tipo UNI-EN 671/1 saranno costituiti da cassetta metallica in vista da parete a bordi arrotondati antinfortunistici, realizzata in lamiera di acciaio 8/10 verniciata con trattamento in poliestere rosso RAL 3000, dimensioni mm 700x650x200, portello pieno in lamiera con apposita serratura, ruota in acciaio con braccetto di supporto sempre di colore rosso RAL 3000, valvola a sfera da 1", tubo semirigido DN 25 con lunghezza di 25 m in gomma sintetica con calza in tessuto di poliestere e rinforzo in nylon, lancia frazionatrice a tre posizioni in ABS con valvola in ottone, ugello da 8 mm e cartello indicatore.

I naspi verranno derivati dall'acquedotto con tubazione parte in polietilene interrato e parte in acciaio zincato a Norma UNI 8863 con giunzione mediante filettatura guarnita, fissata in vista o sottotraccia.

#### *Impianto idrico sanitario e impianto idrico antincendio*

##### *Art. 1.S*

Tubazione scarico e ventilazione in polietilene termosaldato tipo GEBERIT, o equivalente ø 63 mm, per colonne montanti e rete orizzontale comprese curve, braghe, raccordi, pezzi speciali e torrini di esalazione sopra la copertura

##### *Art. 2.S*

Tubazione scarico e ventilazione in polietilene termosaldato tipo GEBERIT, o equivalente ø 90 mm, per colonne montanti e rete orizzontale comprese curve, braghe, raccordi, pezzi speciali e torrini di esalazione sopra la copertura

##### *Art. 3.S*

Tubazione scarico e ventilazione in polietilene termosaldato tipo GEBERIT, o equivalente ø 110 mm, per colonne montanti e rete orizzontale comprese curve, braghe, raccordi, pezzi speciali e torrini di esalazione sopra la copertura.

##### *Art. 4.S*

Tubazione ventilazione in P.V.C. rigido tipo 302 conforme Norme UNI 7443/85, ø 100 mm, per colonne ventilazione meccanica servizi igienici, comprese curve, braghe, raccordi, pezzi speciali e torrini di esalazione sopra la copertura.

##### *Art. 5.S*

Piletta sifone da pavimento con tappo a griglia in acciaio inox DN 200 mm e corpo in ghisa smaltata completo di tubazione di scarico tipo GEBERIT o equivalente, fino alle colonne montanti.

Art. 6.S

Gruppo rubinetti di arresto da incasso 1/2" - 3/4" per acqua fredda/calda.

Art. 7.S

Tubazione øe 63,0 mm øi 51,4 mm in polietilene PEAD, giunzione a manicotto elettrico, per condotte a pressione PN 10 posata interrata in letto di sabbia per adduzione acqua sanitaria e irrigazione.

Art. 8.S

Tubazione øe 32,0 mm øi 26,0 mm in polietilene PEAD, giunzione a manicotto elettrico, per condotte a pressione PN 10 posata interrata in letto di sabbia per adduzione acqua sanitaria e irrigazione.

Art. 9.S

Tubazione tipo FUSIOTHERM o equivalente in polipropilene Vestolen P6421 con giunzioni a saldare per impianto idrico sanitario, ø 20 mm, compresi raccordi, materiali di consumo e pezzi speciali.

Art. 10.S

Tubazione tipo FUSIOTHERM o equivalente in polipropilene Vestolen P6421 con giunzioni a saldare per impianto idrico sanitario, ø 25 mm, per posa in vista, raccordi, materiali di consumo e pezzi speciali.

Art. 11.S

Tubazione tipo FUSIOTHERM o equivalente in polipropilene Vestolen P6421 con giunzioni a saldare per impianto idrico sanitario, ø 32 mm, per posa in vista, raccordi, materiali di consumo e pezzi speciali.

Art. 12.S

Tubazione tipo FUSIOTHERM o equivalente in polipropilene Vestolen P6421 con giunzioni a saldare per impianto idrico sanitario, ø 40 mm, per posa in vista, raccordi, materiali di consumo e pezzi speciali.

Art. 13.S

Tubazione tipo FUSIOTHERM o equivalente in polipropilene Vestolen P6421 con giunzioni a saldare per impianto idrico sanitario, ø 50 mm, per posa in vista, raccordi, materiali di consumo e pezzi speciali.

Art. 14.S

Rivestimento coibente tipo K-FLEX/EC o equivalente spessore 6 mm per tubo Fusiotherm ø 20 mm.

Art. 15.S

Rivestimento coibente tipo K-FLEX/EC o equivalente spessore 6 mm per tubo Fusiotherm ø 25 mm.

Art. 16.S

Rivestimento coibente tipo K-FLEX/EC o equivalente spessore 6 mm per tubo Fusiotherm ø 32 mm.

Art. 17.S

Rivestimento coibente tipo K-FLEX/EC o equivalente spessore 6 mm per tubo Fusiotherm ø 40 mm.

Art. 18.S

Rivestimento coibente tipo K-FLEX/EC o equivalente spessore 6 mm per tubo Fusiotherm ø 50 mm.

Art. 19.S

Rivestimento coibente tipo K-FLEX/EC o equivalente spessore 9 mm per tubo Fusiotherm ø 20 mm.

Art. 20.S

Rivestimento coibente tipo K-FLEX/EC o equivalente spessore 9 mm per tubo Fusiotherm ø 25 mm.

Art. 21.S

Rivestimento coibente tipo K-FLEX/EC o equivalente spessore 9 mm per tubo Fusiotherm ø 32 mm.

Art. 22.S

Rivestimento coibente tipo K-FLEX/EC o equivalente spessore 9 mm per tubo Fusiotherm ø 40 mm.

Art. 23.S

Rivestimento coibente tipo K-FLEX/EC o equivalente spessore 9 mm per tubo Fusiotherm ø 50 mm.

Art. 24.S

Rifinitura superficiale delle tubazioni acqua calda sanitaria e acqua fredda in centrale termica e nelle parti in vista con foglio in lamierino d'alluminio spessore 6/10, compresi pezzi speciali, accessori targhetta identificazione dei circuiti e delle apparecchiature.

Art. 25.S

Lavabo monoforo in vitreus china di colore bianco da mm 700x530, tipo IDEAL STANDARD modello Ala o equivalente serie sospesa completo di zanche di sostegno, di semicolonna, di miscelatore monocomando in ottone cromato con bocca di erogazione fissa, sifone da 1"1/4 con scarico automatico, di raccordo flessibile acqua fredda e acqua calda con rubinetti di intercettazione e tubazione di scarico tipo Geberit fino alle colonne montanti.

Art. 26.S

Lavabo monoforo in vitreus china di colore bianco da mm 700x530, tipo IDEAL STANDARD modello Ala o equivalente serie sospesa completo di zanche di sostegno, di semicolonna, di gruppo di erogazione acqua calda e fredda con comando a pedale e bocca di erogazione fissa, sifone da 1"1/4 con scarico automatico, di raccordo flessibile acqua fredda e acqua calda con rubinetti di intercettazione e tubazione di scarico tipo Geberit fino alle colonne montanti.

Art. 27.S

Vaso in vitreus china di colore bianco da mm 542x372, tipo IDEAL STANDARD modello Ala o equivalente serie sospesa con scarico a parete completo di zanche di sostegno, di raccordo flessibile acqua fredda con rubinetto di intercettazione, di tubazioni di scarico in Geberit fino alla colonna, di cassetta per lavaggio da incasso tipo Geberit Combifix o equivalente con accessori e sedile.

Art. 28.S

Lavabo monoforo in ceramica di colore bianco, a norma D.M. 236, tipo BOCCHI mod. VERA o equivalente da mm 700x570, a mensole fisse con appoggia gomiti, fronte cavo e bordi arrotondati serie sospesa completo di zanche di sostegno, di miscelatore meccanico a leva lunga con bocchello estraibile, bocca di erogazione fissa, sifone da 1"1/4 con scarico automatico, di raccordo flessibile acqua fredda e acqua calda con rubinetti di intercettazione e tubazione di scarico in Geberit o equivalente fino alle colonne montanti.

Art. 29.S

Vaso sospeso per disabile a norma D.M. 236 in ceramica di colore bianco a catino allungato con copertura in ABS e con apertura anteriore tipo BOCCHI modello WABI P o equivalente da mm 390x800x450 h 500 con scarico a parete, completo di cassetta di scarico anatomica con comando pneumatico a pulsante, di raccordo flessibile acqua fredda con rubinetto di intercettazione, di coperchio e di tubazione di scarico in Geberit o equivalente fino alle colonne montanti.

Art. 30.S

Miscelatore termostatico da parete con comando a leva, completo di doccetta a mano con pulsante, supporto a muro, in ottone cromato, per installazione in prossimità del vaso disabile, compresi collegamenti acqua fredda e acqua calda con rubinetti di intercettazione.

Art. 31.S

Attacco acqua calda e scarico in Geberit o equivalente fino alla colonna per futura installazione lavello o attrezzatura di cucina, attrezzatura lavaggio o altro apparecchio.

Art. 32.S

Attacco acqua fredda e scarico in Geberit o equivalente fino alla colonna per futura installazione lavello o attrezzatura di cucina, attrezzatura lavaggio o altro apparecchio.

Art. 33.S

Maniglioni e corrimano in nylon ultramide diametro 33 mm con anima in acciaio completi di zanche di sostegno a parete, secondo D.M. 236 per servizio speciale senza doccia ed in particolare:

- maniglione sulla porta
- maniglione ribaltabile wc
- barra di sicurezza vert. a parete da 1,5 m. (a lato vaso)
- corrimano completo sulle pareti laterali

Art. 34.S

Valvola sfera a passaggio totale per acqua sanitaria, diametro 3/4", completa di raccordi e collegamenti, in opera.

Art. 35.S

Valvola sfera a passaggio totale per acqua sanitaria, diametro 1", completa di raccordi e collegamenti.

Art. 36.S

Valvola sfera a passaggio totale per acqua sanitaria, diametro 1"1/4, completa di raccordi e collegamenti.

Art. 37.S

Valvola sfera a passaggio totale per acqua sanitaria, diametro 1"1/2, completa di raccordi e collegamenti.

Art. 38.S

Valvola sfera a passaggio totale per acqua sanitaria, diametro 2", completa di raccordi e collegamenti.

Art. 39.S

Valvola di ritegno in ottone a molla per acqua sanitaria, diametro 3/4", completa di raccordi e collegamenti.

Art. 40.S

Valvola di ritegno in ottone a molla per acqua sanitaria, diametro 1", completa di raccordi e collegamenti.

Art. 41.S

Valvola di ritegno in ottone a molla per acqua sanitaria, diametro 1"1/2, completa di raccordi e collegamenti.

Art. 42.S

Valvola di ritegno in ottone a molla per acqua sanitaria, diametro 2", completa di raccordi e collegamenti.

Art. 43.S

Elettropompa monofase ricircolo acqua calda sanitaria, tipo WILO modello Star Z 20/1 EM o equivalente, completa di raccordi.

Art. 44.S

Termometro ad immersione con scala fino a 120° C per installazione sulla tubazione acqua miscelata sanitaria.

Art. 45.S

Valvola di sicurezza 1/2"x3/4" tarata 6,0 bar sovrappressione 20% completa di raccordi e tubazione di scarico.

Art. 46.R

Vaso espansione chiuso a membrana da 18 lt. 3,0 bar di precarica, 10 bar di collaudo, bollato C.E.

Art. 47.S

Miscelatore elettronico con disinfezione termica programmabile e verifica disinfezione, per acqua calda ad uso igienico sanitario, diametro 1"1/4, per installazione in centrale termica, completo di valvola a 3 vie motorizzata, regolatore elettronico, sonda di mandata, sonda di ritorno, valvole di ritegno, termometro indicazione temperatura acqua miscelata in uscita, raccordi, guarnizione e con:

- pressione massima di esercizio 10 bar
- temperatura massima di ingresso 100°C
- campo regolazione temperatura mandata da 20 a 65°C
- campo temperatura disinfezione da 40 a 85°C

Art. 48.S

Istantino da sottosuolo DN 25 per irrigazione manuale con attacco portagomma completo di raccordo, valvola di scarico antigelo e pozzetto di PVC 40x40x40 con relativo chiusino.

Art. 49.S

Cassetta antincendio a parete in vista in resina di polietilene con master colorato tipo ML R.M. MANFREDI o equivalente, completa di naspo DN 25 x 1", tubo semirigido nylon da 20 m, lancia in ABS con valvola, portello apribile e cartello di segnalazione, colore a scelta D.L.

Art. 50.S

Tubazione in acciaio zincato SS da 1"1/4 per impianto idrico antincendio, completa di raccordi, pezzi speciali, giunzioni, guarnizioni e zancatura per la posa in vista o sottotraccia, compresi collegamenti.

Art. 51.S

Tubazione in acciaio zincato SS da 1"1/2 per impianto idrico antincendio, completa di raccordi, pezzi speciali, giunzioni, guarnizioni e zancatura per la posa in vista o sottotraccia, compresi collegamenti.

Art. 52.S

Tubazione in acciaio zincato SS da 2" per impianto idrico antincendio, completa di raccordi, pezzi speciali, giunzioni, guarnizioni e zancatura per la posa in vista o sottotraccia, compresi collegamenti.

Art. 53.S

Valvola sfera a passaggio totale per acqua sanitaria, diametro 2", rete idrica antincendio completa di raccordi e completa di raccordi e collegamenti.

Art. 54.S

Gruppo di pompaggio acqua Q= 5 mc/h H= 25 m.c.a. ad immersione nella vasca di raccolta acque piovane per collegamento all'impianto di irrigazione, compresi dispositivi di controllo livello minimo, collegamenti alla rete esterna interrata e raccordi.

Impianto di riscaldamento, produzione acqua calda sanitaria con integrazione solare Impianto adduzione gas metano alla centrale termica ed alla cucina

*Impianto di riscaldamento, produzione acqua calda sanitaria con integrazione solare Impianto*

L'edificio sarà provvisto di impianto di riscaldamento a bassa temperatura a pannelli radianti per la sala mensa e di impianto di termoventilazione meccanica con recupero di calore per il locale cucina

L'impianto verrà alimentato da caldaie a metano a condensazione e da impianto solare per l'integrazione della produzione di acqua calda sanitaria. Nel locale tecnico saranno collocati il bollitore ad accumulo per la produzione di acqua calda ad uso igienico sanitario ed i collettori di



distribuzione dei circuiti riscaldamento, dell'acqua calda cucina, dell'acqua miscelata servizi e dell'acqua fredda in generale.

Dal locale tecnico verranno derivati circuiti indipendenti per le varie zone dell'edificio.

Sia le tubazioni in ferro sia le zanche di sostegno delle tubazioni in vista in centrale termica dovranno essere preventivamente protette con mano di vernice antiruggine.

Le caldaie a condensazione collocate nell'apposita centrale termica avranno scarico fumi all'esterno sopra la copertura tramite canna fumaria in PPS con protezione esterna in rame.

La centrale termica, da realizzare in volume esterno al fabbricato avrà accesso ed aerazione indipendenti dall'esterno, nel locale saranno collocati oltre ai moduli a condensazione con i relativi accessori anche le pompe di circolazione e l'accumulatore per l'integrazione solare della produzione di acqua calda sanitaria.

Tutte le tubazioni saranno provviste di opportuno rivestimento colbente secondo le indicazioni di progetto, le tubazioni in centrale termica saranno inoltre provviste di rifinitura superficiale con lamierino di alluminio.

La produzione di acqua calda igienico-sanitaria sarà realizzata con bollitore ad accumulo alimentato dal circuito dei collettori solari e con integrazione dal circuito caldaie.

I collettori solari saranno del tipo piano per circolazione forzata con assorbitore a lastra totale in rame, saranno collocati in batterie sulla copertura del locale cucina con apposito telaio di fissaggio. Il collegamento verrà realizzato con tubazioni in vista opportunamente coibentate.

L'acqua calda verrà distribuita esclusivamente miscelata a 45°C per tutti i servizi igienici e non miscelata per l'uso connesso alla cucina.

I pannelli radianti saranno realizzati con tubazione in polietilene reticolato diametro 16 mm posato su pannello isolante presagomato con densità di 30 kg/mc e allettato in malta cementizia additivata con fluidificante e gettata con l'inserimento di rete elettrosaldata con maglie da mm 200x200 e filo da mm 5.

L'impianto a pannelli avrà termoregolazione mediante valvola di miscela a tre vie motorizzata con comando da centralina e sonda climatica.

I circuiti dei pannelli saranno derivati da collettori da incasso a parete ove saranno collocati i dispositivi di regolazione e bilanciamento degli anelli.

Il massetto della pavimentazione della zona a pannelli dovrà essere separato dalle pareti perimetrali mediante apposita fascia isolante ed essere munito dei giunti di dilatazione in corrispondenza delle soglie dei locali e comunque racchiudenti aree di circa 40 m<sup>2</sup>.

I servizi igienici saranno riscaldati con radiatori del tipo in acciaio a colonnine completi di detentori e valvole con teste termostatiche.

L'impianto sarà suddiviso in tre zone, una a bassa temperatura per i pannelli radianti ed una a temperatura più alta per i radiatori ed il termoventilante della cucina.

Il locale cucina sarà dotato di termoventilazione per il ricambio meccanico dell'aria ambiente.

Il locale sarà provvisto di aspirazione di aria esterna sulla parete esterna dell'edificio ad altezza da terra maggiore di 4 m con opportuna canalizzazione.

Il parziale ricircolo di aria ambiente è previsto con opportuna serranda motorizzata di by-pass attivato con cappa di estrazione a velocità minima o con cappa aspirante ferma. L'espulsione avverrà tramite estrattore canalizzato a velocità variabile collegato alle cappe localizzate e con scarico convogliato sopra la copertura.

Le canalizzazioni aria saranno realizzate in lamiera posate in vista.

La diffusione in ambiente avverrà tramite bocchette di mandata in lamiera verniciata a doppio filare con serranda di taratura collocate sulla canalizzazione di immissione a parete.

L'impianto di immissione dell'aria sarà provvisto di filtraggio e di batteria ad acqua calda per il preriscaldamento invernale con la relativa regolazione di temperatura.

*Impianto adduzione gas metano alla centrale termica ed alla cucina*

La centrale termica e la cucina saranno alimentate a gas metano derivato da contatore previsto all'esterno sul confine di proprietà.

La tubazione di adduzione del metano dal contatore al fabbricato sarà realizzata in polietilene interrato mentre la tubazione in vista sia all'esterno che all'interno del fabbricato sarà realizzata in acciaio saldato staffato in vista e verniciato di colore giallo (RAL 1004).

Sulla tubazione di adduzione del gas metano in partenza dal contatore verrà installata valvola manuale rapida per la chiusura generale del gas, opportunamente segnalata.

All'esterno della centrale termica e della cucina saranno installate valvole a sfera ed elettrovalvole omologate NC in classe A.

Le elettrovalvole saranno comandate sia dai bruciatori sia dalle centraline di rilevazione fughe gas prevista sia in centrale termica sia in cucina.

*Impianto di riscaldamento, produzione acqua calda sanitaria con integrazione solare - impianto adduzione gas metano alla centrale termica e alla cucina.*

Art. 1.R

Caldaia murale a condensazione per riscaldamento tipo IMMERGAS mod. VICTRIX 50 o equivalente, ad alto rendimento a combustione di gas metano per installazione in centrale termica, costituita da:

- scambiatore a condensazione a tubi alettati in acciaio inox
- bruciatore a premiscelazione forzata in acciaio inox
- ventilatore a velocità variabile
- doppia valvola gas 24V con regolatore-stabilizzatore di pressione incorporato.
- quadro di comando elettronico a microprocessore per:
  - controllo di fiamma a ionizzazione
  - regolazione temperatura impianto di riscaldamento
  - termostato di sicurezza
  - sicurezza flusso di aria comburente
  - sicurezza pressione acqua
  - display di codifica funzioni e guasti
- valvola di sicurezza caldaia
- pressostato acqua caldaia
- sifone scarico condensa
- circolare a tre velocità
- valvola sfogo aria automatica
- filtro inox sul ritorno caldaia
- scatola sdoppiaggio scarico aspirazione
- mantellatura di rivestimento esterno
- raccordo scarico verticale in PP Ø 80 mm con controcanna esterna in rame 10/10 Ø120 mm, falde di raccordo alla copertura ed alla impermeabilizzazione

DATI TECNICI

Potenzialità nominale	kW 50,00
Gas di alimentazione:	metano
Tensione di esercizio:	220 V - 50 Hz

Potenzialità modulante da 10,00 a 50,00 kW

**DIMENSIONI**

Larghezza	mm	600
Altezza	mm	905
Spessore	mm	525

**Art. 2.R**

Kit collettore idraulico per il collegamento di due caldaie in batteria tipo IMMERGAS VITRIX 50 o equivalente, completo di due valvole intercettazione a due vie, due valvole di intercettazione e tre vie, di due valvole di ritegno, compresi accessori, collegamenti staffaggi e rivestimento coibente

**Art. 3.R**

Kit sicurezze ISPEL tipo IMMERGAS o equivalente per due caldaie VITRIX 50, compreso di termometro, pozzetto portatermometro, termostato di blocco a riarmo manuale, rubinetto portamanometro, pressostato a riarmo manuale, pozzetto per valvola di intercettazione combustibile e attacco per vaso d'espansione, raccordi, pezzi speciali, staffaggio e collegamenti.

**Art. 4.R**

Collettore idraulico in acciaio verniciato, attacchi flangiati DN 65 PN 16 completo di controflange, raccordi, valvola di scarico, valvola sfogo aria, rivestimento coibente e accessori.

**Art. 5.R**

Regolatore climatico multifunzioni a microprocessore per comando modulante ed in sequenza dei due moduli VITRIX 50 o equivalente completo di sonda esterna, sonda di mandata, kit sonda bollitore esterno, interfaccia di comunicazione con le caldaie, per installazione sul quadro elettrico centrale termica.

**Art. 6.R**

Valvola intercettazione combustibile per gas metano 1"1/4, omologata I.S.P.E.S.L. (con certificato),

**Art. 7.R**

Valvola di sicurezza 1" tarata 2,5 bar sovrappressione 10% omologata I.S.P.E.S.L. completa di raccordi e tubazione di scarico.

**Art. 8.R**

Pressostato di blocco a riarmo manuale omologato I.S.P.E.S.L.

**Art. 9.R**

Manometro, diam.80 mm, con scala fino a 4 bar completo di flangia per manometro campione.

**Art. 10.R**

Vaso espansione chiuso a membrana da 105 lt. 1,5 bar di precarica bollato I.S.P.E.S.L..

**Art. 11.R**

Gruppo riempimento automatico completo di filtro, n° 3 valvole a sfera 1/2" e n° 1 valvola ritegno.

**Art. 12.R**

Valvola sfogo aria automatica a galleggiante,

**Art. 13.R**

Termometro ad immersione con scala fino a 120° C con relativa guaina 1/2".

**Art. 14.R**

Bollitore in acciaio vetrificato ad accumulo a doppio serpentino uno solare ed uno per circuito integrativo da caldaia, per la produzione di acqua calda ad uso igienico-sanitario, capacità 1.500 litri completo di:

- Doppio serpentino
- Vetrificazione a 860°C anticorrosione
- Doppio anodo sacrificale di magnesio anticorrosione

- Predisposizione per resistenza elettrica
- 3 pozzetti termostato/termometro
- Flangia di ispezione 180 mm per ispezione.
- Coibentazione in poliuretano morbido compresi raccordi e collegamenti.

Art. 15.R

Gruppo di termoregolazione impianto a pannelli radianti, completo di:

- Valvola miscelatrice a 3 vie 2" completa di raccordi
- Servomotore 220 V rotazione 90° in 6 minuti per valvola miscelatrice
- Trasformatore 220/24 V
- Centralina di regolazione
- Sonda di mandata ad immersione
- Sonda esterna
- Termostati di sicurezza a immersione
- Valvola micrometrica di bilanciamento manuale 2"
- Valvola di by-pass ¾" 1-6 m.c.a.

Art. 16.R

Elettropompa trifase circuiti bollitore, batteria termoventilante cucina e batteria cappa a compensazione, tipo WILO modello TOP-SD 32/7 DM, o equivalente, attacchi flangiati, completa di controflange, guarnizioni e bulloni.

Art. 17.R

Elettropompa trifase circuito pannelli radianti refettorio e servizi, tipo WILO modello TOP-SD 40/7 DM, o equivalente, attacchi flangiati, completa di controflange, guarnizioni e bulloni

Art. 18.R

Valvola a sfera da 1" a passaggio totale, per acqua, completa di raccordi e collegamenti

Art. 19.R

Valvola a sfera da 1" 1/4 a passaggio totale, per acqua, completa di raccordi e collegamenti,

Art. 20.R

Valvola a sfera da 2" a passaggio totale, per acqua, completa di raccordi e collegamenti,

Art. 21.R

Valvola di ritegno in ottone del tipo a battente a flusso libero, per acqua, diametro 1" 1/4, completa di collegamenti.

Art. 22.R

Valvola di ritegno in ottone del tipo a battente a flusso libero, per acqua, diametro 2", completa di collegamenti.

Art. 23.R

Tubazioni in rame saldato per la realizzazione di impianto solare, diametro 22 mm, con rivestimento coibente tipo K-FLEX/SOLAR o equivalente spess. 19mm e rifinitura superficiale mediante lamierino d'alluminio spess. 6/10

Art. 24.R

Tubazioni in rame saldato per la realizzazione di impianto solare, diametro 28 mm, con rivestimento coibente tipo K-FLEX/SOLAR o equivalente spessore 19mm e rifinitura superficiale mediante lamierino d'alluminio spessore 6/10,

Art. 25.R

Tubazioni in rame saldato per la realizzazione di impianto solare, diametro 28 mm, con rivestimento coibente tipo K-FLEX/SOLAR o equivalente spessore 19mm,

Art. 26.R

Tubazioni in ferro nero SS Mannesmann per la completa realizzazione della rete in centrale termica, in cunicolo esterno e per i collegamenti all'interno dell'edificio, posato in vista o sottotraccia compresa accurata verniciatura con mano di antiruggine, nei seguenti diametri:

diametro 1/2"  
diametro 3/4"  
diametro 1"  
diametro 1"1/4  
diametro 2"  
diametro 3"

Art. 27.R

Rivestimento coibente (tipo K-FLEX/EC) o equivalente spessore 15 mm per tubo ferro 1" posato sottopavimento o sottotraccia.

Art. 28.R

Rivestimento coibente (tipo K-FLEX/EC) o equivalente spessore 20 mm per tubo ferro 1"1/4 posato sottopavimento o sottotraccia.

Art. 29.R

Rivestimento coibente (tipo K-FLEX/EC) o equivalente spessore 25 mm per tubo ferro 2" posato sottopavimento o sottotraccia.

Art. 30.R

Rivestimento coibente (tipo K-FLEX/EC) o equivalente spessore 40 mm per tubo ferro 1"1/4 posato nel cunicolo

Art. 31.R

Rivestimento coibente (tipo K-FLEX/EC) o equivalente spessore 50 mm per tubo ferro 2" posato nel cunicolo,

Art. 32.R

Rivestimento coibente (tipo K-FLEX/EC) o equivalente spessore 20 mm per tubo ferro 1"1/4 posato in vista con rifinitura superficiale in lamierino di alluminio 6/10,

Art. 33.R

Rivestimento coibente (tipo K-FLEX/EC) o equivalente spessore 30 mm per tubo ferro 1/2" posato in vista con rifinitura superficiale in lamierino di alluminio 6/10, in

Art. 34.R

Rivestimento coibente (tipo K-FLEX/EC) o equivalente spessore 30 mm per tubo ferro 3/4" posato in vista con rifinitura superficiale in lamierino di alluminio 6/10, in

Art. 35.R

Rivestimento coibente (tipo K-FLEX/EC) o equivalente spessore 30 mm per tubo ferro 1" posato in vista con rifinitura superficiale in lamierino di alluminio 6/10, in

Art. 36.R

Rivestimento coibente (tipo K-FLEX/EC) o equivalente spessore 40 mm per tubo ferro 1"1/4 posato in vista con rifinitura superficiale in lamierino di alluminio 6/10,

Art. 37.R

Rivestimento coibente (tipo K-FLEX/EC) o equivalente spessore 50 mm per tubo ferro 2" posato in vista con rifinitura superficiale in lamierino di alluminio 6/10, in

Art. 38.R

Rivestimento coibente (tipo K-FLEX/EC) o equivalente spessore 55 mm per tubo ferro 3" posato in vista con rifinitura superficiale in lamierino di alluminio 6/10, in

Art. 39.R.

Sistema di riscaldamento a pannelli radianti a pavimento con fornitura e posa in opera di tubo in polietilene alta densità reticolato ad alta pressione secondo il metodo Engel, diametro 18 mm spessore 2 mm con barriera antiossigeno a realizzare un sistema di riscaldamento e raffrescamento con funzionamento a bassa temperatura. La posa del tubo sarà eseguita a chiocciola secondo le indicazioni ed il passo riportato negli elaborati grafici. La fornitura e la posa in opera comprende altresì il pannello isolante presagomato in polistirene espanso con barriera al vapore in polistirene estruso termosaldato spessore 60 mm densità 25 kg/m<sup>3</sup>, il foglio di abbattimento acustico, il foglio di polietilene dello spessore di 0,2 mm per la protezione dell'isolamento dall'umidità, la rete metallica zincata maglia 50x50 mm diametro del filo 2 mm di rinforzo del massetto di ricopertura, le fasce di isolamento perimetrale in fibra minerale altezza 130 mm spessore 10 mm per la delimitazione delle zone riscaldate, i giunti di dilatazione e l'additivo fluidificante per la malta cementizia del massetto in calcestruzzo per allettamento tubazioni e per la formazione del sottofondo pavimenti.

Posa passo 15 cm.

#### Art. 40.R.

Sistema di riscaldamento a pannelli radianti a pavimento con fornitura e posa in opera di tubo in polietilene alta densità reticolato ad alta pressione secondo il metodo Engel, diametro 18 mm spessore 2 mm con barriera antiossigeno a realizzare un sistema di riscaldamento e raffrescamento con funzionamento a bassa temperatura. La posa del tubo sarà eseguita a chiocciola secondo le indicazioni ed il passo riportato negli elaborati grafici. La fornitura e la posa in opera comprende altresì il pannello isolante presagomato in polistirene espanso con barriera al vapore in polistirene estruso termosaldato spessore 55 mm densità 25 kg/m<sup>3</sup>, il foglio di abbattimento acustico, il foglio di polietilene dello spessore di 0,2 mm per la protezione dell'isolamento dall'umidità, la rete metallica zincata maglia 50x50 mm diametro del filo 2 mm di rinforzo del massetto di ricopertura, le fasce di isolamento perimetrale in fibra minerale altezza 130 mm spessore 10 mm per la delimitazione delle zone riscaldate, i giunti di dilatazione e l'additivo fluidificante per la malta cementizia del massetto in calcestruzzo per allettamento tubazioni e per la formazione del sottofondo pavimenti.

Posa passo 10 cm.

#### Art. 41.R.

Collettore premontato di distribuzione 1" con 5+5 attacchi per tubo polietilene impianto a pannelli con valvole di bilanciamento e di intercettazione dei circuiti, termometri e cassetta con coperchio da incasso, valvole a sfera di intercettazione e valvola di zona motorizzabile.

#### Art. 42.R.

Collettore premontato di distribuzione 1"1/4 con 6+6 attacchi per tubo polietilene impianto a pannelli con valvole di bilanciamento e di intercettazione dei circuiti, termometri e cassetta con coperchio da incasso, valvole a sfera di intercettazione e valvola di zona motorizzabile.

#### Art. 43.R

Termocondizionatore (U) EUROKLIMAT modello UTK.M H004J o equivalente versione H01 in esecuzione orizzontale per cucina, portata aria 2.800 m<sup>3</sup>/h alla massima velocità, installazione a soffitto, con aspirazione di aria esterna e ripresa nel locale, completo di:

- Supporti e staffe antivibranti ammortizzati
- Giunti antivibranti di collegamento alle canalizzazioni;
- Serranda aspirazione aria esterna mm 900x400
- Cassonetto porta filtri con filtri;
- Batteria riscaldamento a 3 ranghi;
- Motore elettrico monofase a tre velocità;
- Quadro elettrico di comando e di protezione
- n° 1 regolatore ELESTA modello OPTIGO OP 10 da quadro o equivalente;
- n° 1 sonda da canale modello TG-K3PT 1000
- n° 1 sonda ambiente con potenziometro modello TG-R 4 PT 1000;
- n° 1 commutatore velocità in ambiente
- n° 1 valvola a 3 vie modello MK-1"1/4 con servocomando AHS 106° 24Y

- n° 1 servocomando per serranda ritorno a molla modello AFE 024A 000
- n° 1 servocomando modello AFS 024A 000
- n° 1 termostato antigelo ELESTA mod. DBT F-5
- n° 2 valvole a sfera a passaggio totale da 1"1/4
- Dimensioni d'ingombro
  - lunghezza 760 mm.
  - larghezza 1050 mm.
  - altezza 420 mm.
  - peso 130 kg.

Art. 44.R

Canalizzazione in lamiera zincata spessore 8/10 a sezione rettangolare con giunzione a flangia, per mandata aria, ripresa aria ed aspirazione aria esterna, completa di raccordi, curve, pezzi speciali, guarnizioni, comprese staffe di fissaggio e di sostegno

Art. 45.R

Canalizzazione in acciaio inox spessore 8/10 a sezione rettangolare con giunzione a flangia, per estrazione fumi cappa ed aspirazione aria esterna per cappa a compensazione, completa di raccordi, terminali per espulsione aria sopra la copertura curve, pezzi speciali, guarnizioni, comprese staffe di fissaggio e di sostegno.

Art. 46.R

Bocchetta di mandata tipo MP3 modello UM2V.F o equivalente in alluminio anodizzato con verniciatura a polveri epossidiche colore RAL 7035 a doppio filare con serranda di taratura SC, mm 300x150 completa di raccordi e accessori.

Art. 47.R

Griglia di ripresa tipo MP3 modello URC o equivalente in alluminio anodizzato con verniciatura a polveri epossidiche colore RAL 7035 ad alette fisse mm 800x400 esterno cornice, completa di accessori e raccordi.

Art. 48.R

Griglia esterna di aspirazione aria tipo MP3 modello GIF-RE o equivalente in alluminio estruso naturale ad alette fisse parapigioggia, mm 900x400 con rete anti-topo, compresi accessori e raccordi.

Art. 49.R

Griglia esterna di aspirazione aria tipo MP3 modello GIF-RE o equivalente in alluminio estruso naturale ad alette fisse parapigioggia, mm 500x500 con rete anti-topo, compresi accessori e raccordi.

Art. 50.R

Serranda manuale di taratura a contrasto ad alette contrapposte mm 500x500 tipo MP3 modello WM o equivalente, per installazione su canalizzazione mandata e ripresa aria sopra la copertura, con comando manuale esterno, compresi accessori e raccordi.

Art. 51.R

Serranda manuale di taratura a contrasto ad alette contrapposte mm 400x400 tipo MP3 modello WM o equivalente, per installazione su canalizzazione mandata e ripresa aria sopra la copertura, con comando manuale esterno, compresi accessori e raccordi.

Art. 52.R

Collettore solare del tipo inclinato per sistemi a circolazione forzata testato secondo EN 12975 costituito da:

Assorbitore a lastra totale in rame con trattamento altamente selettivo Titan "Sun Select" (assorbimento 95%, emissioni 5%).

Superficie totale 2 m<sup>2</sup>

Superficie captante utile 1,8 m<sup>2</sup>.

Vetro collettore del tipo extrachiaro, temperato, elevata trasparenza, antiriflesso spessore 4 mm. Isolamento termico laterale e posteriore del pannello realizzato tramite l'impiego di lana di roccia ad elevata densità (sp=45mm).

Box esterno realizzato mediante l'impiego di profilato di alluminio verniciato. Collettore testato secondo EN 12975.

Art. 53.R

Gruppo circolazione impianto solare comprensivo di: pompa di circolazione tipo Wilo Star ST 20-6 o equivalente, valvole di intercettazione del tipo a sfera a passaggio totale, disaeratore, valvola di sicurezza, manometro, termometri a quadrante installati sulle valvole di intercettazione, valvole di chiusura impianto mandata e ritorno, rubinetto di carico e scarico con portagomma, compresi accessori e collegamenti.

Art. 54.R

Centralina per la gestione completa dell'impianto solare, corredata di sonda pannelli, sonde bollitore, dispositivo di comando pompa di circolazione e caldaia per installazione sul quadro elettrico C.T.

Art. 55.R

Kit per raccordo e collegamento dei collettori solari compresi flessibili, valvole sfogo aria, valvole di bilanciamento, pozzetto sonda collettori, raccorderia, vasi d'espansione per impianti solari a servizio del circuito primario, capacità 24 l, riempimento del circuito solare con miscela fluido anticongelante per temperatura fino a -20°C.

Art. 56.R

Tubazione in polietilene diametro 90 mm alta densità, diametro esterno 90 mm, diametro interno 73,6 mm omologato per gas metano a Norme UNI 316 con giunzione mediante saldatura di testa per fusione, completa di raccordi, banda di segnalazione stampata in P.V.C., pezzi speciali, giunti di transizione FE/PE in partenza e in arrivo.

Art. 57.R

Tubazione in polietilene diametro 75 mm alta densità, diametro esterno 75 mm, diametro interno 61,2 mm omologato per gas metano a Norme UNI 316 con giunzione mediante saldatura di testa per fusione, completa di raccordi, banda di segnalazione stampata in P.V.C., pezzi speciali, giunti di transizione FE/PE in partenza e in arrivo.

Art. 58.R

Tubazione in acciaio nero diametro 2"1/2 a Norme UNI 8863 con giunzione mediante saldatura, verniciata di colore giallo RAL 1024, fissata in vista all'esterno del fabbricato ed in centrale termica per impianto adduzione del metano, comprese staffe, ancoraggi e pezzi speciali.

Art. 59.R

Tubazione in acciaio nero diametro 2" a Norme UNI 8863 con giunzione mediante saldatura, verniciata di colore giallo RAL 1024, fissata in vista all'esterno del fabbricato ed in centrale termica per impianto adduzione del metano, comprese staffe, ancoraggi e pezzi speciali.

Art. 60.R

Tubazione in acciaio nero diametro 1"1/4 a Norme UNI 8863 con giunzione mediante saldatura, verniciata di colore giallo RAL 1024, fissata in vista all'esterno del fabbricato ed in centrale termica per impianto adduzione del metano, comprese staffe, ancoraggi e pezzi speciali.

Art. 61.R

Tubazione in acciaio nero diametro 3/4" a Norme UNI 8863 con giunzione mediante saldatura, verniciata di colore giallo RAL 1024, fissata in vista all'esterno del fabbricato ed in centrale termica per impianto adduzione del metano, comprese staffe, ancoraggi e pezzi speciali.

Art. 62.R

Valvola a sfera a passaggio totale per gas metano 3/4", completa di raccordi e di accessori.



Art. 63.R

Valvola a sfera a passaggio totale per gas metano 1"1/4, completa di raccordi e di accessori.

Art. 64.R

Valvola a sfera a passaggio totale per gas metano 2", completa di raccordi e di accessori.

Art. 65.R

Valvola a sfera a passaggio totale per gas metano 2"1/2, completa di raccordi e di accessori.

Art. 66.R

Elettrovalvola per gas metano 1"1/2 N.C. (Classe A) omologata (con certificato), completa di raccordi e accessori, per installazione esterno della C.T.

Art. 67.R

Elettrovalvola per gas metano 2" N.C. (Classe A) omologata (con certificato), completa di raccordi e accessori, per installazione esterno della cucina.

Art. 68.R

Centralina rivelazione fughe di gas centrale termica/cucina (per installazione all'interno di quadro elettrico) completa di sonda a soffitto, allarme acustico e luminoso e comando della elettrovalvola collocata all'esterno del locale

Art. 69.R

Estintore a polvere da 6 kg omologato classe 21A 89 BC completo di staffa di sostegno e cartello indicatore .

Art. 70.R

Cartellonistica di segnalazione finalizzata alla sicurezza antincendio ed in particolare segnalazione di:

- Naspi
- Centrale termica
- Uscite di sicurezza
- Valvole intercettazione gas metano
- Divieti di fumare e usare fiamme libere

### Collaudi

Il certificato di collaudo è emesso entro il termine perentorio di sei mesi dall'ultimazione dei lavori ed ha carattere provvisorio; esso assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data dell'emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato anche se l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro i successivi due mesi. Qualora il certificato di collaudo sia sostituito dal certificato di regolare esecuzione, questo deve essere emesso entro tre mesi dall'ultimazione dei lavori.

Durante l'esecuzione dei lavori la Stazione appaltante può effettuare operazioni di collaudo volte a verificare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione a quanto richiesto negli elaborati progettuali, nel capitolato speciale o nel contratto.

L'Appaltatore dovrà consegnare al collaudo il certificato di conformità con i necessari allegati ed in duplice copia gli schemi aggiornati degli impianti realizzati, le schede tecniche dei materiali impiegati, i manuali di istruzione e d'uso delle apparecchiature oltre alle eventuali certificazioni necessarie per i collaudi I.S.P.E.S.L. e A.S.L.

Modalità generali collaudo impianti riscaldamento e idrico sanitario

Il collaudo deve comprendere esami a vista a prove strumentali in tre gruppi di operazioni distinte ed in particolare:

- a) verifiche qualitative e quantitative;
- b) prove preliminari;

c) collaudo definitivo con accertamento del funzionamento dell'impianto e delle parti che lo costituiscono in relazione alle garanzie considerate.

Nelle prove preliminari si dovranno principalmente effettuare le verifiche di cui ai punti successivi ed in particolare quelle atte a determinare l'efficienza delle pompe, filtri, batterie ed apparecchi di regolazione automatica temperatura e apparecchi erogazione acqua calda a fredda.

Il collaudo definitivo dell'impianto si deve effettuare nella stagione invernale.

Il collaudatore dovrà acquisire la documentazione relativa alla sicurezza ed al contenimento del consumo energetico.

#### *Collaudo e grandezze oggetto di misurazione*

Costituisce principale oggetto del collaudo il controllo effettuato a mezzo di misure dei valori e delle grandezze fisiche previste in progetto ed aventi influenza sul benessere fisiologico delle persone e sui consumi energetici.

In particolare dovranno essere verificate:

-Temperatura interna invernale

-Umidità interna invernale

Per l'impianto idrico sanitario e scarichi le operazioni di collaudo faranno riferimento alle indicazioni dimensionali di progetto, alle Norme igienico sanitarie ed alle specifiche norme UNI, in particolare dovranno essere verificate le portate e le pressioni in relazione alle contemporaneità di utilizzo delle utenze.

Per l'impianto idrico antincendio le operazioni di collaudo faranno riferimento alle indicazioni dimensionali di progetto, al D.M. 26 agosto 1992 relativamente alle norme di prevenzione incendi nell'edilizia scolastica ed alle Norme UNI 10779, in particolare dovranno essere verificate le portate e le pressioni di erogazione dei naspi oltre alla loro capacità di raggiungere ogni punto dell'attività servita.

Per l'impianto di termoventilazione delle cucine le operazioni di collaudo faranno riferimento alle indicazioni dimensionali di progetto, alle Norme igienico sanitarie ed alle specifiche norme UNI 10339 sugli impianti di termoventilazione, in particolare dovranno essere verificate le portate, le temperature ed i ricambi orari previsti.

## **TITOLO VII - PRESCRIZIONI TECNICHE PER ESECUZIONE DI OPERE COMPLEMENTARI**

### **Art. XXI Demolizioni**

#### Puntelli ed opere di presidio

Nel caso di demolizioni, rimozioni, consolidamenti in opera, nonché per evitare crolli improvvisi ed assicurare l'integrità fisica degli addetti, devono essere eseguiti puntellamenti, rafforzamenti ed opere simili. Gli organi strutturali provvisori vengono di solito realizzati in legname o in tubi di ferro e più raramente in muratura o c.a. Essi constano di una estremità che deve essere vincolata alla struttura da presidiare, denominata testa, e di un'altra, detta piede, ancorata ad una base d'appoggio interna o esterna alla struttura. I vincoli della testa dipendono dall'azione localizzata che hanno sulla struttura: una superficie poco compatta ed affidabile o la presenza di parti pregiate costringono a trovare artifici o soluzioni alternative.

La base su cui poggia il piede può essere costituita da elementi dello stesso materiale dei puntelli o, se collocata sul terreno, da plinti fondali, o pali di fondazione. Le strutture di presidio, se devono svolgere un'azione di sostegno (strutture orizzontali), sono costituite da ritti verticali posti a contrasto con la struttura singolarmente, in coppia o in gruppo e da traversi che contrastano l'eventuale slittamento dei ritti. Se invece devono presidiare la struttura contro movimenti di rotazione o traslazione (strutture verticali), sono costituiti da assi inclinati. In questo caso si può operare una distinzione fra:

- puntellatura di contenimento: si tratta di puntelli (di solito lignei) incassati nella muratura, messi in opera con cunei e poggianti a terra su una platea di tavolati normali fra loro;
- puntellatura di contenimento e sostegno: si tratta di coppie di travi lignee e collegate fra loro ad intervalli per eliminare tensioni da carico di punta.

I sistemi di puntellamento delle volte e degli archi variano secondo il tipo di struttura e di dissesto; il sistema generalmente utilizzato è quello delle centine.

### **Art. XXII Trattamento di pulitura dei materiali**

Preliminare all'intervento conservativo sarà sempre la rimozione delle cause che hanno comportato l'alterazione della materia ponendo particolare attenzione all'eventuale presenza d'acqua.

#### Tecniche di pulizia

Pulire i materiali significa scegliere quella tecnica la cui azione, calibrata alla reattività ed alla consistenza del litotipo, non comporti alcuno stress chimico-meccanico su materiali già degradati e, quindi, facili a deperirsi maggiormente.

L'intervento di pulitura dovrà eseguirsi dall'alto verso il basso, dopo aver protetto le zone circostanti non interessate e deve poter essere interrotto in qualsiasi momento.

Le tecniche più utilizzate sono:

- a) Pulizia manuale. Viene eseguita con spazzole di saggina o di nylon; le spatole, i raschietti, le carte abrasive ed i trapani dotati di particolari frese in nylon o setola, invece, possono essere utilizzati per la rimozione di consistenti depositi situati in zone poco accessibili.
- b) Pulizia con acqua. La pulizia con acqua può produrre sulle croste:
  - un'azione solvente se i leganti delle incrostazioni sono costituiti da leganti in esse solubili;
  - un'azione d'idrolisi se, nebulizzata con appositi atomizzatori, viene lasciata ricadere sulle superfici da pulire. La nebulizzazione avviene attraverso appositi ugelli che dovranno essere posizionati in modo che le goccioline colpiscano la superficie in ricaduta;

- un'azione meccanica se pompata a pressione (2-4 bar). L'acqua scioglie il gesso e la calcite secondaria di ridepositazione, elementi leganti delle croste nere, ed una blanda azione nei confronti della silice, legante delle croste nere sulle rocce silicatiche. L'acqua deve essere deionizzata in modo da non introdurre eventuali sali nocivi e permettere un controllo sulla desalinizzazione del materiale tramite prove di conducibilità. Il getto non deve mai raggiungere perpendicolarmente il materiale, ponendo inoltre attenzione alla protezione delle zone circostanti e ad un perfetto drenaggio delle acque di scolo; si userà la minor quantità di acqua possibile onde evitare un imbibimento delle strutture o una fuoriuscita di macchie e di umidità sulle superfici interne. Questa operazione non deve essere compiuta in inverno o in periodi climatici tali da provocare il congelamento dell'acqua o una bassa velocità di evaporazione. A questo metodo può essere affiancata una blanda azione meccanica mediante l'utilizzo di spazzole di nylon o di saggina.
- c) Apparecchiature ad ultrasuoni. Una volta eseguito il trattamento con acqua nebulizzata, per asportare le croste, vengono impiegati apparecchi che, mediante leggere vibrazioni prodotte da una piccola spatola e da una pellicola d'acqua, rimuovono le incrostazioni, semplicemente sfiorando con l'emettitore senza toccare la crosta che in questo modo si distacca.
- d) Microsabbatura di precisione. La microsabbatura si serve di macchine che, sfruttando l'azione altamente abrasiva di microsfele di vetro o di allumina del diametro di 40 micron, puliscono solo le zone ricoperte da incrostazioni non molto spesse e di limitata dimensione. Tali strumenti alimentati ad aria o ad azoto compresso sono muniti di ugelli direzionabili.
- e) Microsabbatura umida controllata. Prima di procedere alla microsabbatura occorre ammorbidire la crosta con acqua nebulizzata a bassa pressione. Lo strumento è composto da un compressore e un contenitore in cui l'abrasivo deve essere costantemente tenuto sospeso da un agitatore. L'abrasivo deve avere granulometrie piccole e non a spigolo vivo. La pressione dovrà essere contenuta tra 0,1-1-5 atm.
- f) Pulizia chimica. I detergenti chimici, che devono avere un pH compreso tra 5,5-8, vanno applicati esclusivamente sulle croste e mai a diretto contatto con i materiali lapidei, per prevenirne l'azione corrosiva. Tale pulizia deve essere sempre accompagnata da un lavaggio con acqua ed appositi neutralizzatori, onde evitare che i residui di detergente intacchino i materiali e ritornare quindi ad un pH neutro. Per attenuare l'azione corrosiva si possono interporre tra pasta chimica e pietra, dei fogli di carta assorbente da staccare successivamente soffiando con aria compressa. La pasta applicata sulla superficie dovrà essere ricoperta con del polietilene leggero per evitarne l'essiccazione, altrimenti potranno essere utilizzate emulsioni acqua/olio, gel o soluzioni da spruzzare.
- g) Impacchi con argille assorbenti. Le argille hanno la proprietà di assorbire oli e grassi senza operare azioni aggressive anche sui materiali deteriorati. Le argille da utilizzare sono la sepiolite e l'attapulgit con granulometria compresa tra 100-200 mesh. La pasta dovrà avere uno spessore di 2-3 cm e dovrà rimanere in opera, previe prove preliminari, per un periodo compreso tra le 24-48 ore. Prima di applicare l'impasto sarà necessario sgrassare la superficie o eliminare cere tramite solventi. Ove le argille non riuscissero a sciogliere incrostazioni di consistente spessore, è possibile additarle con piccole quantità di agenti chimici. Dopo il trattamento lavare abbondantemente con acqua deionizzata.
- h) Impacchi mediante impacco biologico. L'intervento, capace di pulire croste molto spesse grazie all'azione solvente esercitata dai nitrobatteri, consiste in impacchi a base argillosa di una soluzione composta da: acqua, urea e glicerina. L'impasto deve avere uno spessore di almeno 2 cm e deve agire per circa un mese; necessita quindi di una protezione con polietilene leggero ben sigillato ai bordi. Dopo l'applicazione si dovrà procedere ad un lavaggio accurato con acqua addizionata con un fungicida per disinfettare il materiale.

Dopo l'intervento di pulitura si dovranno eseguire nuovamente tutte le analisi volte ad individuare la struttura del materiale in oggetto, del quale non dovranno risultare variate le caratteristiche fisiche, chimiche, meccaniche ed estetiche.

#### *Pulitura del legno*

Nel trattamento di risanamento dall'attacco di funghi è necessario pulire a fondo i legni, gli intonaci, le murature infestate, e sterilizzarle con fiaccola da saldatura, con intonaco fungicida o con irrigazione del muro stesso. Per il risanamento dall'attacco di insetti esistono trattamenti specifici, quali la scattivatura del legno, le iniezioni di antiseptico, la sterilizzazione con il calore o la fumigazione con gas tossici, che deve essere eseguita da ditte specializzate. Le operazioni preventive nei confronti degli attacchi da parte di funghi e di insetti prendono inizio da un contenimento del livello di umidità, ottenuto con una buona ventilazione degli appoggi delle travi, che non devono essere sigillate nel muro né coperte di intonaco. Le sostanze protettive possono essere applicate a pennello o a spruzzo, ed è buona norma che l'operatore si munisca di guanti, occhiali protettivi, tuta, ecc.

#### *Pulitura dei metalli*

Nel recupero di metalli (se la struttura non è attaccata) è necessario pulire il materiale con metodi meccanici, quali la sabbiatura con sabbiatrici ad uso industriale, la smerigliatura o la discatura con disco abrasivo, decapaggi, mediante l'immersione in soluzioni acide, condizionamento chimico, mediante l'applicazione di agenti chimici che fissano la ruggine e la calamina, deossidazione, per i metalli non ferrosi, fosfatazione che provoca la passivazione di una superficie metallica con soluzioni di fosfati inorganici o acidi fosforici. Alcuni prodotti, però, come i convertitori di ruggine a base di acidi, i fosfatanti e le vernici reattive a base acida, possono nuocere al sistema di ripristino, così come le pitture antiruggine nuocciono all'adesione del riporto di malta. I migliori trattamenti anticorrosivi sono quelli a stesura di formulati cementizi o epossidici, potendo questi ultimi svolgere anche un'eventuale funzione di ponte d'aggancio nell'intervento di ripristino.

La protezione avviene, nel caso di metalli esposti, per verniciatura, con due mani preliminari di antiruggine a base di minio oleofonolico e due mani di vernice a base di resine viniliche ed acriliche resistenti agli agenti atmosferici, o, nel caso di ferri di armatura, per stesura di formulati cementizi o epossidici.

#### *Pulitura delle rocce sedimentarie*

- Arenaria e tufo - A seconda delle condizioni del materiale, la pulitura va preceduta da un preconsolidamento, effettuato con veline di carta giapponese ed impregnazione di silicato d'etile. La pulitura può essere effettuata a secco, con impacchi di argilla assorbente o di polpa di carta oppure con un blando lavaggio con acqua nebulizzata.
- Travertino - La pulizia deve essere effettuata con acqua nebulizzata, con impacchi o con trattamenti a secco. Per le fessure sulle stuccature è consigliata una malta composta da un legante idraulico unito a polvere di marmo.
- Pietra d'Angera, Pietra di Verona e pietra tenera dei Colli Berici - La pulizia che deve essere preceduta, quando necessario, dal preconsolidamento, si effettua con acqua nebulizzata o con impacchi di materiale assorbente.

#### *Pulitura delle rocce metamorfiche (marmi, serpentini, miscoscisti, calciscisto)*

È consigliato il trattamento ad acqua nebulizzata o leggera spazzolatura, oppure impacchi assorbenti. Nel caso di marmo decoesionato e zuccherino, la pulizia è preceduta da un trattamento di preconsolidamento con silicato di etile iniettato sulla superficie preparata con veline di carta giapponese.

#### *Pulitura di cotto e laterizi*

I metodi consigliati sono:

- spray d'acqua e/o acqua nebulizzata per tempi brevi e controllati, al fine di evitare l'eccessiva imbibizione del materiale;
- metodi chimici o impacchi con argille assorbenti, in cicli successivi per verificare la completa desalinizzazione. Tra una fase e la seguente la superficie dovrà risultare completamente asciutta.

#### Pulitura del calcestruzzo

È indicato il lavaggio. È necessario sabbare l'armatura e proteggerla con sostanze antiruggine.

#### Pulitura degli intonaci

La pulitura delle superfici intonacate dovrà essere effettuata con spray d'acqua a bassa pressione o acqua nebulizzata accompagnata eventualmente da una leggera spazzolatura. In presenza di croste nere di notevole spessore si potranno utilizzare impacchi biologici o argillosi.

#### Pulitura degli stucchi

Le polveri ed i sali cristallizzati in superficie andranno rimossi mediante l'uso di pennelli morbidi. Qualora si accerti la presenza di croste nere e/o criptoefflorescenze saline, si potrà procedere alla loro eliminazione mediante nebulizzazioni a durata controllata o tamponi imbevuti con acqua distillata. Eventuali residui organici (fumo di candele, cere, vernici oleose) potranno essere rimossi con solventi organici (per esempio alcool etilico diluito in acqua) applicati a tampone.

### **Art. XXIII Conservazione del legno**

I prodotti da usare per la prevenzione del legname da parte di organismi vegetali e/o animali devono soddisfare i seguenti requisiti:

- tossicità per funghi ed insetti, ma estremamente limitata o nulla per l'uomo;
- possedere una viscosità sufficientemente bassa in modo da ottenere una buona capacità di penetrazione anche in profondità;
- stabilità chimica nel tempo;
- resistenza agli agenti chimico-meccanici;
- non alterare le caratteristiche intrinseche dell'essenza quali odore, colore, tenacità, caratteristiche meccaniche;
- possedere proprietà ignifughe.

Gli antisettici utilizzabili per trattamenti di preservazione potranno essere di natura organica o di natura inorganica. Saranno comunque da preferirsi i primi in quanto gli inorganici, generalmente idrosolubili, presentano l'inconveniente di essere dilavabili.

L'applicazione sarà effettuata:

- a pennello. Dopo aver pulito e/o neutralizzato la superficie da trattare (con applicazione di solvente) si applicherà la soluzione di resina a pennello morbido fino al rifiuto. Il trattamento di impregnazione andrà iniziato con resina in soluzione particolarmente diluita e si aumenterà via via la concentrazione fino ad effettuare le ultime passate con una concentrazione superiore allo standard;
- a spruzzo. Dopo aver pulito e/o neutralizzato con solvente la superficie da impregnare si applicherà la soluzione a spruzzo fino al rifiuto. Il trattamento andrà iniziato con resina in soluzione particolarmente diluita e si aumenterà via via la concentrazione fino ad effettuare le ultime passate con una concentrazione superiore allo standard;

- per iniezione. Si introdurranno nel legno da impregnare appositi iniettori con orifizio variabile (2/4,5 mm). L'iniettore conficcato in profondità nel legno permetterà la diffusione del prodotto impregnante nelle zone più profonde.

Per arrestare il deterioramento e comunque per impostare una efficace azione di consolidamento potranno essere utilizzate varie resine:

- resine naturali. Prima di essere applicate dovranno sciogliersi in solvente che, evaporando determina il deposito della resina nei pori e nelle fessure del legno. A causa del rapido deterioramento e/o invecchiamento, le resine naturali potranno essere utilizzate solo in casi particolari. Risultati analoghi si possono ottenere usando cere naturali fuse o sciolte in solvente oppure olio di lino cotto;
- oli siccativi e resine alchidiche siccative. Il procedimento consiste nel fare assorbire dal legno materiali termoplastici sciolti in adatto solvente che tende col tempo a trasformare i polimeri solidi reticolati per effetto dell'ossigeno dell'aria. Tale impregnazione ha più uno scopo protettivo che di miglioramento delle caratteristiche meccaniche;
- resine termoplastiche in soluzione. Il solvente, usato per sciogliere tali resine, deposita la resina nei pori e nelle fessure del legno col risultato di migliorare le caratteristiche meccaniche e la resistenza agli agenti atmosferici, nonché l'aggressione biologica e chimica;
- resine poliesteri insature. Queste resine polimerizzano a freddo previa aggiunta di un catalizzatore e di un accelerante. Presentano buona resistenza agli aggressivi chimici (ad eccezione degli alcali). L'uso di tali resine è limitato nel caso in cui si voglia ottenere una buona resistenza agli aggressivi chimici;
- resine poliuretaniche;
- resine epossidiche.

Le resine dovranno in ogni caso presentare una elevata idrofilia per permettere la penetrazione per capillarità dovendo operare su legni anche particolarmente umidi. Dovranno essere sciolte in solvente organico polare fino a garantire una viscosità non superiore a 10 cPs a 25° e un residuo secco superiore al 10% per resine a due componenti (poliuretaniche, epossidiche) e al 7% per le rimanenti. I sistemi di resine da utilizzare dovranno essere atossici e non irritanti secondo la classificazione Cee e presentare le seguenti proprietà:

- nessun ingiallimento nel tempo;
- elevata resistenza agli agenti atmosferici e ai raggi UV;
- indurimento e/o evaporazione del solvente, graduale ed estremamente lento, tale da consentire la diffusione completa del prodotto per garantire una impregnazione profonda;
- possibilità di asporto di eventuali eccessi di resina dopo 24 ore dalla applicazione, mediante l'uso di adatti solventi;
- elevata resistenza chimica, all'acqua, all'attacco biologico.

#### **Art. XXIV Opere in marmo e pietre naturali**

Le opere in marmo, pietre naturali od artificiali dovranno in genere corrispondere esattamente alle forme e dimensioni risultanti dai disegni di progetto ed essere lavorate a seconda delle prescrizioni generali del presente Capitolato o di quelle particolari impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione.

Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta.

Prima di cominciare i lavori, qualora non si sia provveduto in merito avanti l'appalto da parte dell'Amministrazione appaltante, l'Impresa dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari marmi o pietre e delle loro lavorazioni, e sottoporli all'approvazione della Direzione dei Lavori, alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni. Detti campioni, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli Uffici della Direzione dei Lavori, quali termini di confronto e di riferimento.

Per quanto ha riferimento con le dimensioni di ogni opera nelle sue parti componenti, la Direzione dei Lavori ha la facoltà di prescrivere le misure dei vari elementi di un'opera qualsiasi (rivestimento, copertina, cornice, pavimento, colonna, ecc.), la formazione e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre, come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei pezzi, l'andamento della venatura, ecc., secondo i particolari disegni costruttivi che la stessa Direzione dei Lavori potrà fornire all'Impresa all'atto dell'esecuzione; e quest'ultima avrà l'obbligo di uniformarsi a tali norme, come ad ogni altra disposizione circa la formazione di modanature, scorniciature, gocciolatoi, ecc.

Per le opere di una certa importanza, la Direzione dei Lavori potrà, prima che esse vengano iniziate, ordinare all'Impresa la costruzione di modelli in gesso, anche in scala al vero, il tutto a spese dell'Impresa stessa, sino ad ottenere l'approvazione, prima di procedere all'esecuzione della particolare finitura.

Per tutte le opere infine è fatto obbligo all'Impresa di rilevare e controllare, a propria cura e spese, la corrispondenza delle varie opere ordinate dalla Direzione dei Lavori alle strutture rustiche esistenti, e di segnalare tempestivamente a quest'ultima ogni divergenza od ostacolo, restando essa Impresa in caso contrario unica responsabile della perfetta rispondenza dei pezzi all'atto della posa in opera.

Essa avrà pure l'obbligo di apportare alle stesse, in corso di lavoro, tutte quelle modifiche che potessero essere richieste dalla Direzione dei Lavori.

## **Art. XXV Opere da cementista e stuccatore**

### Cementi decorativi

I cementi decorativi, gettati in opera ad imitazione di pietra naturale di qualsiasi tipo e colore, comportano la formazione di uno strato superficiale con impasto di sabbia normale, polvere di marmo, graniglia e scaglia con cemento, variamente lavorato (raspato, martellinato, spuntato).

L'opera del cementista comporta la rasatura a gesso del cassero predisposto dall'Imprenditore edile, la formazione della sagoma di ornato, il necessario getto dell'impasto di cemento e graniglia (con polvere di marmo, scaglia, coloranti, ingredienti) della stessa pietra naturale da imitare con uno spessore non inferiore a 10 mm, ed esteso a tutta la parte destinata a rimanere in vista.

Eseguito a cura dell'Imprenditore edile il getto di calcestruzzo a riempimento dell'eventuale spazio residuo fra il cemento decorativo e la struttura muraria portante ed il disfacimento del cassero, il cementista provvede alla pulizia del cemento decorativo, alla ripassatura, profilatura degli spigoli, rettifica di imperfezioni, sigillature e finitura della superficie vista come prescritta.

I cementi decorativi gettati in opera comportano la fornitura dei materiali occorrenti, gesso, sabbia normale, polvere di marmo, graniglia, scaglie, cemento e le prestazioni di mano d'opera da specialista: sono escluse le prestazioni di competenza dell'Imprenditore edile (cassero, calcestruzzo, ferro di armatura, disarmo del cassero), i ponteggi, le impalcature e le opere provvisorie.

### Intonachi speciali

Gli intonachi speciali, eseguiti dallo specialista (intonaco di cemento decorativo, intonaco colorato pietrificato, intonaco con graniglia lavata a getto) comportano l'applicazione alle



strutture murarie di uno strato di cemento e graniglia con aggiunta di coloranti ed ingredienti particolari e finiture delle superfici viste, diverso a seconda del tipo di intonaco.

La finitura della superficie vista dell'intonaco in cemento decorativo può essere rasata, martellinata o spuntata.

Per l'intonaco colorato pietrificante, esso comporta l'applicazione di uno strato di impasto a base di cementante neutro, idrofugo in polvere, colori minerali fini, granulati quarzosi e di diverse dimensioni e dosati in modo da assicurare la massima compattezza dell'impasto, la lamatura della superficie finita; tale intonaco può essere applicato mediante spruzzatura con idonea apparecchiatura; la spruzzatura non comporta ulteriore lavorazione della superficie vista.

Per intonaco con graniglia lavata a getto, esso comporta l'applicazione di uno strato di impasto a base di cemento, sabbia, granulato di pietra naturale di colori vari prestabiliti. Successivamente all'applicazione dell'impasto, si procede con lavatura a getto, all'asportazione dello strato superficiale, rimanendo in vista la superficie granulare.

Gli intonachi si misurano in base alla loro superficie effettiva in proiezione verticale (per le pareti) ed orizzontale (per soffitti e plafoni) senza tener conto di sporgenze, rientranze e riquadri inferiori a 5 cm.

La rasatura di pareti verticali, orizzontali, inclinate, piane e curve deve essere effettuata in spessore non inferiore a 5 mm e non superiore a 25 mm, su preesistente intonaco rustico eseguito in piano con fasce; eventuali difetti dell'intonaco rustico devono essere corretti con malta a cura e spesa dell'esecutore dell'intonaco prima che venga applicata la rasatura. Questa deve essere eseguita in piano; la superficie di essa, sia in senso verticale che orizzontale non deve presentare ondulazioni, fuori quadro, strapiombi rilevabili ad occhio nudo o con normali sistemi di controllo; gli angoli e spigoli (rientranti e sporgenti) devono risultare assolutamente rettilinei in verticale, orizzontale ed in squadra; le superfici devono essere assolutamente prive di calcinaroli, graffi, tacche, grumi, rugosità ed altri difetti che compromettano la regolarità e la planarità delle pareti e plafoni.

Il rivestimento a soffitto con pannelli di gesso rivestito o gesso alleggerito comprende, oltre alla fornitura del pannello e relativa mano d'opera dello specialista e suo aiutante, la fornitura delle orditure metalliche ed il loro aggancio alla preesistente struttura portante.

Le rasature si computano a metro quadrato di superficie effettiva e comprendono la rasatura sulle pareti, la formazione di spigoli ed angoli, le riprese, i ripristini, i ritocchi, per la rasatura ed il rivestimento in pannelli di gesso misurati in sviluppo di superficie, escluso aggetti, rientranze e sporgenze inferiori a 5 cm e con un minimo di 1 m per le opere misurate a metro lineare.

#### **Art. XXVI Opere in legno**

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grossa armatura di tetto, travature per solai, impalcati, ecc.), devono essere lavorati con la massima cura e precisione, secondo ogni buona regola d'arte e in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le giunzioni dei legnami debbono avere la forma e le dimensioni prescritte, ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti.

Non è tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno.

Qualora venga ordinato dalla Direzione dei Lavori, nelle facce di giunzione verranno interposte delle lamine di piombo o di zinco od anche del cartone incatramato.

Le diverse parti componenti un'opera in legname devono essere fra loro collegate solidamente in tutti i punti di contatto mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, chivarde, fasciature di reggia od altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date.

Dovendosi impiegare chiodi per collegamento dei legnami, è espressamente vietato farne l'applicazione senza apparecchiarne prima il conveniente foro con succhiello.

I legnami prima della loro posizione in opera e prima dell'esecuzione della spalmatura di catrame o della coloritura, se ordinata, debbono essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accettati provvisoriamente dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le parti dei legnami che rimangono incassate nella muratura devono, prima della posa in opera, essere convenientemente spalmate di catrame vegetale o di carbolineum e tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate in modo da permettere la permanenza di uno strato di aria possibilmente ricambiabile.

Tutte le parti in legno durante la fase di stoccaggio in cantiere e prima della posa del manto di copertura ed in particolare dello strato impermeabilizzante devono essere protette dalle precipitazioni atmosferiche.

### Porte

In base al D.M. 14 giugno 1989, n. 236, "Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata", le porte di accesso di ogni unità ambientale devono essere facilmente manovrabili, di tipo e luce netta tali da consentire un agevole transito anche da parte di persona su sedia a ruote; il vano della porta e gli spazi antistanti e retrostanti devono essere complanari.

Occorre dimensionare adeguatamente gli spazi antistanti e retrostanti, con riferimento alle manovre da effettuare con la sedia a ruote, anche in rapporto al tipo di apertura.

Sono ammessi dislivelli in corrispondenza del vano della porta di accesso di una unità immobiliare purché questi siano contenuti e tali comunque da non ostacolare il transito di una persona su sedia a ruote.

Per dimensioni, posizionamento e manovrabilità la porta deve essere tale da consentire una agevole apertura della/e ante da entrambi i lati di utilizzo; sono consigliabili porte scorrevoli o con anta a libro, mentre devono essere evitate le porte girevoli, a ritorno automatico non ritardato e quelle vetrate se non fornite di accorgimenti per la sicurezza. Le porte vetrate devono essere facilmente individuabili mediante l'apposizione di opportuni segnali. Sono da preferire maniglie del tipo a leva opportunamente curvate ed arrotondate.

La luce netta della porta di accesso dell'edificio deve essere di almeno 80 cm. La luce netta delle altre porte deve essere di almeno 75 cm.

Gli spazi antistanti e retrostanti la porta devono essere dimensionati nel rispetto dei minimi previsti negli schemi grafici di seguito riportati.

L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra 85 e 95 cm (consigliata 90 cm). Devono inoltre, essere preferite soluzioni per le quali le singole ante delle porte non abbiano larghezza superiore ai 120 cm, e gli eventuali vetri siano collocati ad una altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento. L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione inferiore a 8 kg.

### **Art. XXVII Opere da fabbro e serramentista**

Nelle opere di ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la Direzione dei Lavori con particolare attenzione nelle saldature e ribaditure. I fori saranno tutti eseguiti con trapano; le chiodature, ribaditure, ecc. dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli essere limati. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino il più leggero indizio di imperfezione.

Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere fornita a piè d'opera con mano di antiruggine.

Per ogni opera in ferro a richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore avrà l'obbligo di presentare il relativo modello alla preventiva approvazione. L'Impresa sarà in ogni caso obbligata a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro essendo responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

In particolare si prescrive:

- Inferriate, cancellate, ecc. - Saranno costruite a perfetta regola d'arte, secondo i tipi che verranno indicati all'atto esecutivo. Esse dovranno presentare tutti i regoli ben dritti, spianati ed in perfetta composizione. I tagli delle connessioni per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità. Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura. In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere diritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato. I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben chiodati ai regoli di telaio in numero, dimensioni e posizioni che verranno indicate.
- Infissi in ferro - Gli infissi per finestre, vetrate ed altro, potranno essere richiesti con profilati ferro-finestra o con ferri comuni profilati. In tutti e due i casi dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire l'Amministrazione. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile, anche a vasistas, come sarà richiesto; le chiusure saranno eseguite a ricupero ad asta rigida, con corsa inversa ed avranno il ferro inferiore e superiore. Il sistema di chiusura potrà essere a leva od a manopola a seconda di come sarà richiesto. Le cerniere dovranno essere a quattro maschiature in numero di due o tre parti per ciascuna partita dell'altezza non inferiore a 12 cm con ghiande terminali. Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare bene equilibrati e non richiedere eccessivi sforzi per la chiusura. Le manopole e le cerniere, se richiesto, saranno cromate. Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio. Le ferramenta di ritegno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso.
- Infissi in alluminio - Gli infissi per finestre, vetrate ed altro dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire l'Amministrazione e comunque essere realizzati con profili estrusi in lega di alluminio EN AW-6060 (UNI EN 755-2) T5 dello spessore minimo di 66 mm, ed aventi valore di trasmittanza pari a 2,4 – 3,0 W/mq K, testato secondo UNI EN 12412-2, ed avere guarnizioni (statiche e dinamiche) in elastomero EPDM. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile, anche a vasistas, come sarà richiesto; le chiusure saranno eseguite a ricupero ad asta rigida, con corsa inversa ed avranno il ferro inferiore e superiore. Il sistema di chiusura potrà essere a leva od a manopola a seconda di come sarà richiesto. Le cerniere dovranno essere a quattro maschiature in numero di due o tre parti per ciascuna partita dell'altezza non inferiore a 12 cm con ghiande terminali. Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare bene equilibrati e non richiedere eccessivi sforzi per la chiusura. Le manopole e le cerniere, se richiesto, saranno cromate. Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio. Le ferramenta di ritegno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso. Il bloccaggio dei vetri deve avvenire tramite fermavetri di tipo regolare, stonato o tubolare con giunzioni interne ed esterne. Le guarnizioni di tenuta esterna deve essere continua e non presentare giunzioni negli angoli.

#### **Art. XXVIII Opere da vetraio**

Le lastre di vetro, di tipo antisfondamento, saranno di norma chiare, del tipo indicato nell'elenco prezzi; per i servizi igienici e gli spogliatoi si adotteranno vetri opachi o smerigliati, il tutto salvo più precise indicazioni che saranno impartite all'atto della fornitura dalla Direzione dei Lavori.

Il collocamento in opera delle lastre di vetro, cristallo, ecc. potrà essere richiesto a qualunque altezza ed in qualsiasi posizione, e dovrà essere completato da una perfetta pulitura delle due facce delle lastre stesse, che dovranno risultare perfettamente lucide e trasparenti.

L'Impresa ha l'obbligo di controllare gli ordinativi dei vari tipi di vetri passatili dalla Direzione dei Lavori, rilevandone le esatte misure ed i quantitativi, e di segnalare a quest'ultima le eventuali discordanze, restando a suo completo carico gli inconvenienti di qualsiasi genere che potessero derivare dall'omissione di tale tempestivo controllo.

Ogni rottura di vetri o cristalli, avvenuta prima della presa in consegna da parte della Direzione dei Lavori, sarà a carico dell'Impresa.

#### **Art. XXIX Opere da lattoniere**

La chiodatura con ribattini, ove occorrente, deve essere doppia con i ribattini alternati ed equidistanti uno dall'altro.

La saldatura con stagno deve essere uniforme e senza interruzioni; i bracci per l'affrancatura dei tubi pluviali devono essere a distanza non superiore ad 1,5 m; le cicogne per sostegno di canali di gronda, a distanza non superiore ad 1 m.

Le sovrapposizioni devono essere non inferiori a 5 cm per i pluviali, a 15 cm per canali e scossaline.

Per i materiali in plastica le connessioni devono essere effettuate con collante in modo da garantire una perfetta tenuta, gli accoppiamenti sia verticali che orizzontali devono essere effettuati in modo da assicurare l'assorbimento delle dilatazioni termiche; in particolare gli elementi per canali di gronda devono comprendere gli angolari normali e speciali, i raccordi, le testate esterne ed interne, con o senza scarico a seconda delle esigenze dell'opera da compiere.

I manufatti in latta, in lamiera di ferro nera o zincata, in ghisa, in zinco, in zinco-rame-titanio, in rame, in piombo, in ottone, in alluminio o in altri materiali dovranno essere delle dimensioni e forme richieste nonché lavorati a regola d'arte, con la maggiore precisione.

Detti lavori saranno dati in opera, salvo contraria precisazione contenuta nella tariffa dei prezzi, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, come raccordi di attacco, coperchio, viti di spurgo in ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni genere (braccetti, grappe, ecc.). Quando necessario saranno inoltre verniciati con una mano di catrame liquido, ovvero di minio di piombo ed olio di lino cotto, od anche con due mani di vernice comune, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori.

Le giunzioni dei pezzi saranno fatte mediante chiodature, ribattiture, o saldature, secondo quanto prescritto dalla stessa Direzione ed in conformità ai campioni, che dovranno essere presentati per l'approvazione.

L'Impresa ha l'obbligo di presentare, a richiesta della Direzione dei lavori, i progetti delle varie opere, tubazioni, reti di distribuzione, di raccolta, ecc. completi dei relativi calcoli, disegni e relazioni, di apportarvi le modifiche che saranno richieste e di ottenere l'approvazione da parte della Direzione stessa prima dell'inizio delle opere stesse.

#### **Art. XXX Opere da pittore**

Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accuratissima preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime.

Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, quindi pomiciate e lisce, previa imprimitura, con modalità e sistemi atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

Speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici.

Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di filettature, zoccoli e quant'altro occorre per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte.

La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della Direzione dei Lavori e non sarà ammessa alcuna distinzione tra colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità.

Le successive passate di coloriture ad olio e verniciature dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state applicate.

In caso di contestazione, qualora l'impresa non sia in grado di dare la dimostrazione del numero di passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'Impresa stessa. Comunque essa ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dal personale della Direzione dei Lavori una dichiarazione scritta.

Prima d'iniziare le opere da pittore, l'Impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire nei luoghi e con le modalità che le saranno prescritti, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della Direzione dei Lavori. Essa dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, rivestimenti, infissi, ecc.), restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

#### Verniciature su legno

Per le opere in legno, la stuccatura ed imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti, e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta.

#### Verniciature su metalli

Per le opere metalliche la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate.

Le opere dovranno eseguirsi di norma combinando opportunamente le operazioni elementari e le particolari indicazioni che seguono.

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di variare, a suo insindacabile giudizio, le opere elementari elencate in appresso, sopprimendone alcune od aggiungendone altre che ritenesse più particolarmente adatte al caso specifico e l'impresa dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza potere perciò sollevare eccezioni di sorta. Il prezzo dell'opera stessa subirà in conseguenza semplici variazioni in meno od in più, in relazione alle varianti introdotte ed alle indicazioni, della tariffa prezzi, senza che l'Impresa possa accampare perciò diritto a compensi speciali di sorta.

- a) Tinteggiatura a calce - La tinteggiatura a calce degli intonaci interni e la relativa preparazione consisterà in:
- spolveratura e raschiatura delle superfici;
  - prima stuccatura a gesso e colla;
  - levigatura con carta vetrata;
  - applicazione di due mani di tinta a calce.

Gli intonaci nuovi dovranno già aver ricevuto la mano di latte di calce denso (sciabaltura).

- b) Tinteggiatura a colla e gesso - Saranno eseguite come appresso:
- spolveratura e ripulitura delle superfici;
  - prima stuccatura a gesso e colla;
  - levigatura con carta vetrata;
  - spalmatura di colla temperata;

- rasatura dell'intonaco ed ogni altra idonea preparazione;
- applicazione di due mani di tinta a colla e gesso.

Tale tinteggiatura potrà essere eseguita a mezze tinte oppure a tinte forti e con colori fini.

- c) Verniciature ad olio - Le verniciature comuni ad olio su intonaci interni saranno eseguite come appresso:
- spolveratura e ripulitura delle superfici;
  - prima stuccatura a gesso e a colla;
  - levigatura con carta vetrata;
  - spalmatura di colla forte;
  - applicazione di una mano preparatoria di vernice ad olio con aggiunta di acquaragia per facilitare l'assorbimento, ed eventualmente di essiccativo;
  - stuccatura con stucco ad olio;
  - accurato levigatura con carta vetrata e lisciatura;
  - seconda mano di vernice ad olio con minori proporzioni di acquaragia;
  - terza mano di vernice ad olio con esclusione di diluente.

Per la verniciatura comune delle opere in legno le operazioni elementari si svolgeranno come per la verniciatura degli intonaci, con l'omissione delle stuccatura e della spalmatura con colla; per le opere in ferro, la verniciatura sarà preceduta da applicazione di antiruggine.

- d) Verniciature a smalto comune. - Saranno eseguite con appropriate preparazioni, a seconda del grado di rifinitura che la Direzione dei Lavori vorrà conseguire ed a seconda del materiale da ricoprire (intonaci, opere in legno, ferro, ecc.). A superficie debitamente preparata si eseguiranno le seguenti operazioni:
- applicazione di una mano di vernice a smalto con lieve aggiunta di acquaragia;
  - leggera pomiciatura a panno;
  - applicazione di una seconda mano di vernice a smalto con esclusione di diluente.
- e) Verniciature con vernici pietrificanti e lavabili a base di bianco di titanio, su intonaci, tipo con superficie finita liscia o "buccia d'arancio":
- spolveratura, ripulitura e levigatura delle superfici con carta vetrata;
  - stuccatura a gesso e colla;
  - mano di leggera soluzione fissativa di colla in acqua;
  - applicazione di uno strato di standolio con leggera aggiunta di biacca in pasta, il tutto diluito con acquaragia;
  - applicazione a pennello di due strati di vernice a base di bianco di titanio diluita con acquaragia e con aggiunta di olio di lino cotto in piccola percentuale; il secondo strato sarà eventualmente battuto;
  - con spazzola per ottenere la superficie a buccia d'arancio.
- f) Verniciature con vernici pietrificanti e lavabili a base di bianco di titanio, su intonaci, tipo con superficie finita liscia o "buccia d'arancio", tipo "battuto" con superficie a rilievo:
- spolveratura, ripulitura e levigatura delle superfici con carta vetrata;
  - stuccatura a gesso e colla;
  - mano di leggera soluzione fissativa di colla in acqua;
  - applicazione a pennello di uno strato di vernice come sopra cui sarà aggiunto del bianco di Meudon in polvere nella percentuale occorrente per ottenere il grado di rilievo desiderato;
  - battitura a breve intervallo dall'applicazione 4), eseguita con apposita spazzola, rulli di gomma, ecc.

#### **Art. XXXI Opere di impermeabilizzazione**

Qualsiasi impermeabilizzazione sarà posta su piani predisposti con le opportune pendenze.

Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile (specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.); le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e sino al collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'Impresa, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino.

### **Art. XXXII Opere di pavimentazione e rivestimento**

Per quanto attiene ai pavimenti, il D.M. 14 giugno 1989, n. 236, "Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata", prescrive che questi devono essere di norma orizzontali e complanari tra loro e, nelle parti comuni e di uso pubblico, non sdruciolevoli.

Eventuali differenze di livello devono essere contenute ovvero superate tramite rampe con pendenza adeguata in modo da non costituire ostacolo al transito di una persona su sedia a ruote. Nel primo caso si deve segnalare il dislivello con variazioni cromatiche; lo spigolo di eventuali soglie deve essere arrotondato.

I grigliati utilizzati nei calpestii debbono avere maglie con vuoti tali da non costituire ostacolo o pericolo rispetto a ruote, bastoni di sostegno ecc.; gli zerbini devono essere incassati e le guide solidamente ancorate. Qualora i pavimenti presentino un dislivello, questo non deve superare i 3 cm.

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà venire eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana ed osservando scrupolosamente le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connesse dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.

I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti lavorati e senza macchie di sorta.

Resta comunque contrattualmente stabilito che per un periodo di almeno dieci giorni dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'Impresa avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; e ciò anche per pavimenti costruiti da altre Ditte. Ad ogni modo, ove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone e per altre cause, l'Impresa dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

L'Impresa ha l'obbligo di presentare alla Direzione dei Lavori i campionari dei pavimenti che saranno prescritti. Tuttavia la Direzione dei Lavori ha piena facoltà di provvedere il materiale di pavimentazione.

L'Impresa, se richiesta, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco ed eseguire il sottofondo secondo le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione stessa.

#### Sottofondi

Il piano destinato alla posa dei pavimenti, di qualsiasi tipo essi siano, dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo, in guisa che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla profondità necessaria.

Il sottofondo potrà essere costituito, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, da un massetto di calcestruzzo idraulico o cementizio o in conglomerato leggero a base di argilla espansa, di spessore pari a quanto prescritto negli elaborati esecutivi, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni. Prima della posa del pavimento le lesioni eventualmente manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate con un

beverone di calce o cemento, e quindi vi si stenderà, se prescritto, lo spianato di calce idraulica (camicia di calce) dello spessore da 1,5 a 2 cm.

Quando i pavimenti dovessero poggiare sopra materie comunque compressibili il massetto dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato di congruo spessore, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in maniera da evitare qualsiasi successivo cedimento.

#### *Pavimenti in piastrelle di ceramica*

I pavimenti in piastrelle di ceramica saranno formati distendendo sopra il massetto uno strato di colla sul quale le piastrelle verranno posate e premute finché la colla fluisca dalle connessioni. Le connessioni debbono essere debitamente stuccate e la loro larghezza deve essere pari a quanto indicato dalla D.L.

#### *Pavimenti in mattonelle di cemento con o senza graniglia*

Tali pavimenti saranno posati sopra un letto di malta cementizia normale, distesa sopra il massetto; le mattonelle saranno premute finché la malta rifluisca dalle connessioni. Le connessioni debbono essere stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare 1 mm.

Avvenuta la presa della malta i pavimenti saranno arrotondati con pietra pomice ed acqua o con mole carborundum o arenaria, a seconda del tipo, e quelli in graniglia saranno spalmati in un secondo tempo con una mano di cera, se richiesta.

#### *Pavimenti in lastre di marmo*

Per i pavimenti in lastre di marmo si useranno le stesse norme stabilite per i pavimenti in mattonelle di cemento.

#### *Pavimenti in getto di cemento*

Sul massetto in conglomerato cementizio verrà disteso uno strato di malta cementizia grassa, dello spessore di 2 cm ed un secondo strato di cemento assoluto dello spessore di 5 mm, lisciato, rigato o rullato, secondo quanto prescriverà la Direzione dei lavori.

Sul sottofondo previamente preparato in conglomerato cementizio, sarà disteso uno strato di malta, composta di sabbia e cemento colorato giunti con lamine di zinco od ottone, dello spessore di 1 mm disposte a riquadri con lato non superiore a 1 m ed appoggiate sul sottofondo. Detto strato sarà battuto a rifiuto e rullato.

Per pavimenti a disegno di diverso colore, la gettata della malta colorata sarà effettuata adottando opportuni accorgimenti perché il disegno risulti ben delineato con contorni netti e senza soluzione di continuità.

Quando il disegno deve essere ottenuto mediante cubetti di marmo, questi verranno disposti sul piano di posa prima di gettare la malta colorata di cui sopra.

Le qualità dei colori dovranno essere adatte all'impasto, in modo da non provocarne la disgregazione; i marmi in scaglie tra 10 mm e 25 mm, dovranno essere non gessosi e il più possibile duri (giallo, rosso e bianco di Verona; verde, nero e rosso di Levante; bianco, venato e bardiglio di Serravezza, ecc.).

I cubetti in marmo di Carrara dovranno essere pressoché perfettamente cubici, di 15 mm circa di lato, con esclusione degli smezzati; le fasce e le controfasce di contorno, in proporzione all'ampiezza dell'ambiente.

L'arrotatura sarà fatta a macchina, con mole di carborundum di grana grossa e fine, fino a vedere le scaglie nettamente rifinite dal cemento, poi con mole leggera, possibilmente a mano, e ultimate con due passate di olio di lino crudo, a distanza di qualche giorno, e con un'ulteriore mano di cera.

#### *Pavimenti con rivestimento lapideo*



I marmi possono venire posati su strato di allettamento cementizio o incollati direttamente al supporto. Lo strato di allettamento può essere usualmente costituito da una stesura di malta normale di cemento con aggiunta di calce grezza in ragione di mc 0,1 per mc di impasto.

I procedimenti di lucidatura e levigatura in opera devono necessariamente venire differiti nel tempo rispetto alla posa onde evitare che tali trattamenti, che prevedono normalmente l'impiego di forti quantità di acqua e fango, possano provocare degradi alla superficie lucidata così come alla superficie muraria al contorno.

Alla posa con collante (normalmente composto da impasto di cemento e resine idrosolubili) possono venire facilmente assoggettati i rivestimenti a "tutto marmo".

In questi casi, dato il ridotto spessore dello strato di collegamento impiegato (3-4 mm) si deve operare su sottofondi particolarmente livellati e comunque resistenti, in grado di assorbire le sollecitazioni derivanti dai carichi cui la pavimentazione verrà sottoposta in fase di esercizio.

Nelle situazioni previste in modelli risolutivi isolati termicamente o acusticamente, lo strato di supporto della pavimentazione lapidea dovrà essere costituito non da un semplice strato di livellamento, ma da un vero e proprio strato di ripartizione dei carichi.

Nel caso di pavimentazione con rivestimento lapideo posato su strato legante cementizio con tecnica convenzionale, non si deve trascurare l'esigenza di frazionare la pavimentazione con giunti di dilatazione estesi a tutto lo spessore dello strato di allettamento, in campi non superiori ai m2 di superficie; da ridurre ulteriormente nel caso di pavimentazioni contenenti impianti di riscaldamento di tipo radiante.

#### Pavimenti d'asfalto

Il sottofondo dei pavimenti in asfalto sarà formato con conglomerato cementizio dosato a 250 kg ed avrà lo spessore indicato dalla D.L.. Su di esso sarà colato uno strato dell'altezza di 4 cm di pasta d'asfalto, risultante dalla fusione del mastice d'asfalto naturale e bitume, mescolati a ghiaietta o graniglia nelle proporzioni di 50 parti di asfalto, quattro di bitume e 46 di ghiaietta passata tra vagli di 5 e 10 mm. La ghiaietta sarà ben lavata, assolutamente pura ed asciutta.

Nella fusione i componenti saranno ben mescolati perché l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo.

L'asfalto sarà disteso a strati di 2 cm di spessore ognuno a giunti sfalsati. Sopra l'asfalto appena disteso, mentre è ben caldo, si spargerà della sabbia silicea di granulatura uniforme la quale verrà battuta e ben incorporata nello strato asfaltico.

#### Pavimenti in linoleum

Speciale cura si dovrà adottare per la preparazione dei sottofondi, che potranno essere costituiti da impasto di cemento e sabbia, o di gesso e sabbia.

La superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente piana e liscia, togliendo gli eventuali difetti con stuccatura a gesso.

L'applicazione del linoleum dovrà essere fatta su sottofondo perfettamente asciutto; nel caso in cui per ragioni di assoluta urgenza non si possa attendere il perfetto prosciugamento del sottofondo, esso sarà protetto con vernice speciale detta antiumido.

Quando il linoleum debba essere applicato sopra a vecchi pavimenti, si dovranno innanzitutto fissare gli elementi del vecchio pavimento che non siano fermi, indi si applicherà su di esso uno strato di gesso dello spessore da 2 a 4 mm, sul quale verrà fissato il linoleum.

L'applicazione del linoleum, dovrà essere fatta da operai specializzati, con mastice di resina o con altre colle speciali. Il linoleum dovrà essere incollato su tutta la superficie e non dovrà presentare rigonfiamenti od altri difetti di sorta.

La pulitura dei pavimenti di linoleum dovrà essere fatta con segatura (esclusa quella di castagno), inumidita con acqua dolce leggermente saponata, che verrà passata e ripassata sul pavimento fino ad ottenere pulitura. Dovrà poi il pavimento essere asciugato passandovi sopra segatura asciutta e pulita, e quindi strofinato con stracci imbevuti con olio di lino cotto. Tale ultima applicazione contribuirà a mantenere la plasticità e ad aumentare l'impermeabilità del linoleum.

#### Pavimentazione in grigliato metallico

La posa potrà andare dal semplice accostamento e giustapposizione degli elementi, al loro fissaggio, tramite bullonatura o sistemi di ancoraggio necessari mediante staffe e casellotti metallici, all'inserimento di supporti elastici per l'ammortizzazione dei rumori d'urto.

#### Pavimentazione con rivestimento resiliente

La posa potrà andare dal semplice accostamento e giustapposizione degli elementi, al loro fissaggio.

#### Pavimentazione in masselli autobloccanti

La posa verrà effettuata mediante il semplice accostamento degli elementi prefabbricati collocati su strato di allettamento realizzato in sabbia avente spessore pari a 4/5 cm al momento della staggatura in nessun caso le pendenze dovranno essere ricavate variando lo spessore di tale strato. Il riporto di posa dovrà essere costituito da sabbia di origine alluvionale o dalla frantumazione di rocce ad elevata resistenza meccanica e non alterabili.

Sono assolutamente da evitare quali materiali di allettamento i granulati ottenuti dalla macinazione di rocce calcaree o comunque tenere.

I piani di posa (che devono essere approntati a meno 3-4 cm. oltre allo spessore del massello dal piano pavimento finito) in quanto in nessun caso le pendenze devono essere ricavate variando lo spessore dello strato di allettamento dei masselli.

Le tolleranze dimensionali massime ammissibili per il piano di finitura del sottofondo sono  $\pm 15$  mm.

Nella determinazione delle quote finite si deve ricordare che ci sarà un calo della sabbia di allettamento per effetto della compattazione, normalmente variabile tra il 20 ed il 30% dello spessore soffice in funzione del tipo e della granulometria di sabbia utilizzata.

La staggatura può essere realizzata in due modi:

- con precompattazione: si stende la sabbia per uno spessore come sopra specificato, si vibro compatta con piastra vibrante, si sparge un nuovo strato di sabbia di circa 1,5 cm. e si staggia: è il metodo preferibile per pavimentazioni destinate a carichi elevati, in quanto assicura densità e compattazione uniforme e quindi minori tolleranze superficiali.
- La compattazione della sabbia avviene solo dopo la posa dei masselli.

Se il piano di posa viene comunque disturbato deve essere di nuovo staggiato con cura.

La staggatura della sabbia non dovrà mai essere effettuata con temperature inferiori a 1°C.

La posa in opera deve essere condotta in modo tale da mantenere sempre un fronte "aperto" per la posa dei masselli successivi, onde evitare l'inserimento forzato.

E' buona norma prelevare il materiale per la posa contemporaneamente da almeno 3 unità di confezionamento, al fine di garantire una maggiore uniformità cromatica.

La posa in opera dei masselli deve avvenire per semplice accostamento seguendo dei fili di riferimento posizionati ogni 4-5 metri, in senso longitudinale e trasversale all'avanzamento lavori.

Devono essere periodicamente controllati gli allineamenti a mezzo di fili secondo due direzioni ortogonali.

Nel caso di posa meccanica È necessario prestare attenzione al giunto tra un piano posato ed il successivo per evitare discontinuità nella pavimentazione: allo scopo si raccomanda di posare sempre i singoli piani in modo sfalsato, regolarizzando frequentemente a mezzo di fili di riferimento il corretto dimensionamento dei giunti.

I masselli che non possono essere inseriti integralmente vanno tagliati a misura con apposita attrezzatura a spacco oppure con sega da banco.

Per evitare rotture occorre evitare di inserire parti di massello inferiori ad 1/3 del totale.

Una particolare attenzione deve anche essere prestata alle finiture della pavimentazione in corrispondenza di chiusini, caditoie o similari.

I relativi manufatti (chiusini, caditoie, canalette ,etc.) dovranno essere posizionati al livello della pavimentazione finita prima dell'inizio della posa in opera, tenendo conto di un ulteriore calo del livello pavimentazione finita per effetto del traffico nell'ordine di 3-5 mm.

La posa in opera dei cordoni deve avvenire prima della posa in opera della pavimentazione.

L'umidità dello strato di allettamento dovrà essere il più uniforme possibile ed il materiale dovrà risultare umido ma non saturo.

Per la sigillatura dei giunti si dovrà usare esclusivamente sabbia naturale. La sabbia deve essere asciutta: se essiccata facilita la penetrazione ed il riempimento del giunto.

Terminata la posa con i tagli di finitura si deve provvedere al pre-intasamento dei giunti con sabbia avente le caratteristiche sopra specificate.

Il pre-intasamento ha lo scopo di ottimizzare il riempimento dei giunti ed evitare il disallineamento dei masselli sia nella fase di movimentazione in corso d'opera dei materiali verso il fronte di posa che durante la vibrocompattazione.

La sabbia deve essere stesa e distribuita in modo omogeneo su tutta la superficie da vibro compattare a mezzo di Piastra adeguata al massello posato. Dovranno essere almeno tre passaggi con piastra vibro compattante. La piastra dovrà essere sempre passata in senso trasversale per garantire uniformità di compattazione.

La vibrocompattazione dovrà arrestarsi entro 1 metro dal fronte di posa. Per superfici a forte pendenza occorre sempre vibrare la pavimentazione in senso trasversale dal basso verso l'alto.

E' obbligatorio l'utilizzo di piastre munite di tappetino protettivo in gomma o similare .

E' importante mantenere sempre pulito il piano vibrante, evitando graffiature o accumuli di sporcizia che andrebbero inevitabilmente a macchiare la pavimentazione, specialmente nel caso questa fosse umida.

Al termine della vibrocompattazione si procede all'intasamento finale dei giunti con ulteriore stesura di sabbia.

La sabbia di intasamento deve essere lasciata sulla pavimentazione il più a lungo possibile per consentire un'efficace intasamento dei giunti sotto carico di traffico.

La pavimentazione (se non sigillata con opportuni polimeri) non dovrà essere sottoposta al passaggio di mezzi aspiranti per almeno 1 mese dall'apertura al traffico.

#### Rivestimenti di pareti

I rivestimenti in materiale di qualsiasi genere dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con il materiale prescelto dall'Amministrazione appaltante, e conformemente ai campioni che verranno volta a volta eseguiti, a richiesta della Direzione dei Lavori.

Particolare cura dovrà porsi nella posizione in sito degli elementi, in modo che questi a lavoro ultimato risultino perfettamente aderenti al retrostante intonaco.

Pertanto, i materiali porosi prima del loro impiego dovranno essere immersi nell'acqua fino a saturazione, e dopo aver abbondantemente inaffiato l'intonaco delle pareti, alle quali deve applicarsi il rivestimento, saranno allettati con malta cementizia normale, nelle qualità necessarie e sufficienti.

Gli elementi del rivestimento dovranno perfettamente combaciare fra loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco o diversamente colorato, dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate. I rivestimenti dovranno essere convenientemente lavati e puliti.

L'applicazione del linoleum alle pareti sarà fatta nello stesso modo che per i pavimenti, avendo, anche per questo caso, cura di assicurarsi che la parete sia ben asciutta.

#### **Art. XXXIII Sistemazioni a verde**

I prezzi in elenco per le opere compiute comprendono la fornitura dei materiali e degli elementi vegetativi di ottima qualità e la prestazione dello specialista e suo aiutante, per la fornitura e posa a regola d'arte delle varie opere previste.

L'Imprenditore edile deve dare inizio ad esecuzione di ordini e disposizioni impartiti dalla Direzione dei Lavori, attenendosi rigorosamente a quanto ordinato, con divieto di introdurre varianti e modifiche, che non saranno tollerate o riconosciute.

Nell'esecuzione dei lavori devono essere adottati i procedimenti e le cautele nel rispetto delle norme antinfortunistiche di legge; l'Imprenditore edile assume le responsabilità conseguenti, rimanendo indenne il committente da ogni e qualsiasi responsabilità ed onere.

Per la realizzazione di aiuole, viali, ecc. si provvede al tracciamento previa redazione del piano quotato, quindi all'eventuale scasso, formazione di cassonetto dell'altezza prestabilita ed asportazione della terra di risulta.

Le zone da sistemare a prato, dopo l'esecuzione del cassonetto, devono essere scarificate o vangate e pulite con asportazione di qualsiasi elemento non idoneo; quindi si deve provvedere alla fornitura di ottima terra di coltura per il riempimento del cassonetto per le aiuole e delle buche per messa a dimora di elementi vegetativi.

Lo spessore minimo della terra di coltura, dopo il costipamento naturale e quando si renda necessaria una scarica completa, non deve essere mai inferiore a 40 cm.

Ove già esistesse in posto terra di coltura ritenuta idonea, la stessa, prima di essere utilizzata, deve essere mondada da ogni sorta di detriti, spurgata e convenientemente smossa, rivoltata e lavorata.

Solo dopo la completa sistemazione del terreno su tutta l'area si dovrà procedere alla esecuzione delle buche ed alla successiva posa di piantagioni e piantumazioni.

La posa delle piante deve essere fatta nella esatta posizione prescritta, sottoponendo le radici ad una opportuna preparazione ed assestando adeguatamente la terra attorno e sopra il pane radicale, previa adeguata concimazione sul fondo scavo con concime animale (stallatico). Ove necessario e richiesto, si deve provvedere all'infissione del palo tutore e dei paletti con le dovute assicurazioni e tenditori ed infine all'innaffiamento secondo l'andamento stagionale.

Per le zone ove è prevista la sistemazione a prato, si deve procedere alla vangatura con ripetute fresature del terreno, che deve essere mondato da ciottoli, sassi, erbe infestanti e quant'altro non idoneo per la sistemazione suddetta.

Dopo adeguato trattamento con concime naturale o chimico, secondo prescrizioni, si procede alla semina e successiva rastrellatura e rullatura del terreno.

Dopo la semina dovranno essere eseguite quelle varie opere di rifinitura, quali sistemazione del drenaggio e dello scolo delle acque, regolarizzazione delle pendenze, eliminazione di parti eccedenti previa esecuzione di eventuali cordonature di contenimento. Queste vengono realizzate con elementi retti o curvi in cemento, ciottoli, pietra naturale, con sottofondo e/o rinfiacco in calcestruzzo e malta di cemento.

Il materiale inerte riportato in corrispondenza dei viali, vialetti e piazzali, dopo la stesa deve essere sufficientemente compresso (e se del caso ricaricato) con adeguati mezzi meccanici; sul piano così costipato verrà steso, su tutta la superficie, ghiaietto o pietrischetto di 5-10 mm di pezzatura per uno spessore di 3-4 cm.

Tutte le opere sopradescritte si computano nelle loro dimensioni effettive a metro quadrato, metro lineare, a numero od a peso.

#### Manutenzione degli spazi verdi

La manutenzione degli spazi verdi viene appaltata con contratto particolare, però qualora sia stato eseguito un nuovo impianto di sistemazione a verde, all'appaltatore dello stesso compete un primo anno di manutenzione gratuita dalla data del verbale di ultimazione dei lavori.

Nel caso di appalto di manutenzione, possono essere ordinati all'Imprenditore edile rinnovi di piantagioni, nuove opere, anche di limitata entità.

Le opere di manutenzione prevedono:

- concimazioni chimiche;
- innaffiamenti;
- rifacimenti di aree erbose a scarsa vegetazione o dissesti da interventi sulle aree stesse;
- raccolta ed asporto dei sassi, materiali vari inerti giacenti sulle aiuole;
- fornitura e stesa terra di colture per l'eliminazione di avvallamenti e assestamenti;
- pulizia di aiuole e cortili in terra battuta da foglie;
- tagli e tosatura tappeti erbosi: sono previsti secondo necessità da un minimo di tre ad un massimo di cinque interventi per anno.

Il taglio dell'erba sarà eseguito esclusivamente con mezzi meccanici a lama rotante e/o con trituratori a coltelli, salvo diverse disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori ed integrati con altri attrezzi atti a completare l'operazione. Ad ogni intervento i bordi delle aiuole dovranno essere rifiniti nei particolari ed eseguita la spollonatura.

I materiali di risulta saranno allontanati e trasportati alle discariche autorizzate entro e non oltre il secondo giorno successivo alla esecuzione delle varie operazioni. Qualora per necessità operativa, l'Imprenditore edile dovesse sporcare strade e aree comuni, sarà tenuto a pulirle senza compenso. Qualora i residui erbosi, provenienti dallo sfalcio, risultano minuti od in quantità non eccessiva, la raccolta non sarà eseguita e pertanto non compensata.

#### **Art. XXXIV Opere varie**

In mancanza di norme speciali, verranno seguite le migliori regole d'arte e si seguiranno i lavori nel miglior modo possibile, impegnandovi tutti i mezzi necessari.

Per la misurazione di tali opere, si seguiranno le norme indicate dalla descrizione dei lavori dell'elenco prezzi ed in mancanza di queste da quelle che saranno dettate dal Direttore dei Lavori in base alle normali consuetudini locali.

## **TITOLO VIII – ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della Direzione dei Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

È cura dell'Appaltatore verificare, preventivamente all'avvio dei lavori di demolizione, lo stato dei luoghi e degli eventuali edifici adiacenti all'oggetto delle lavorazioni di demolizione.

È altresì indispensabile che il documento di accettazione dell'appalto e di consegna dell'immobile da parte della Stazione appaltante sia accompagnato da un programma dei lavori redatto dall'Appaltatore consultata la Direzione dei Lavori e completo dell'indicazione della tecnica di demolizione selezionata per ogni parte d'opera, dei mezzi tecnici impiegati, del personale addetto, delle protezioni collettive ed individuali predisposte, della successione delle fasi di lavorazione previste.

In seguito all'accettazione scritta da parte della Direzione dei Lavori di tale documento di sintesi della programmazione dei lavori sarà autorizzato l'inizio lavori, previa conferma che l'Appaltatore provvederà all'immediata sospensione dei lavori in caso di pericolo per le persone, le cose della Stazione appaltante e di terzi.

Ogni lavorazione sarà affidata a cura ed onere dell'Appaltatore a personale informato ed addestrato allo scopo e sensibilizzato ai pericoli ed ai rischi conseguenti alla lavorazione.

L'Appaltatore dichiara di utilizzare esclusivamente macchine ed attrezzature conformi alle disposizioni legislative vigenti, e si incarica di far rispettare questa disposizione capitolare anche ad operatori che per suo conto o in suo nome interferiscono con le operazioni o le lavorazioni di demolizione (trasporti, apparati movimentatori a nolo, ecc.).

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere alla redazione di un piano di emergenza per le eventualità di pericolo immediato con l'obiettivo di proteggere gli operatori di cantiere, le cose della Committenza e di terzi, l'ambiente e i terzi non coinvolti nei lavori.

In materia si fa riferimento agli articoli 150, 151, 152, 153, 154, 155 e 184 del d.lgs. 81/08.

L'Amministrazione si riserva in ogni modo il diritto di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

### **NORME GENERALI PER IL COLLOCAMENTO IN OPERA**

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti (tagli di strutture, fissaggio, adattamenti, stuccature e riduzioni in pristino).

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dalla Direzione dei Lavori, anche se forniti da altre Ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Impresa unica responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei

lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza e assistenza del personale di altre Ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

#### COLLOCAMENTO DI MANUFATTI IN LEGNO

I manufatti in legno come infissi di finestre, porte, vetrate, ecc., saranno collocati in opera fissandoli alle strutture di sostegno, mediante, a seconda dei casi, grappe di ferro, ovvero viti assicurate a tasselli di legno od a controtelai debitamente murati.

Tanto durante la loro giacenza in cantiere, quanto durante il loro trasporto, sollevamento e collocamento in sito, l'Impresa dovrà curare che non abbiano a subire alcun guasto o lordura, proteggendoli convenientemente da urti, da schizzi di calce, tinta o vernice, ecc.

Nel caso di infissi di qualsiasi tipo muniti di controtelaio, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire il collocamento in opera anticipato, a murature rustiche, a richiesta della Direzione dei Lavori.

Nell'esecuzione della posa in opera le grappe dovranno essere murate a calce o cemento, se ricadenti entro strutture murarie; fissate con piombo e battute a mazzolo, se ricadenti entro pietre, marmi, ecc.

Sarà a carico dell'Impresa ogni opera accessoria occorrente per permettere il libero e perfetto movimento dell'infisso posto in opera (come scalpellamenti di piattabande, ecc.), come pure la verifica che gli infissi abbiano assunto l'esatta posizione richiesta, nonché l'eliminazione di qualsiasi imperfezione che venisse riscontrata, anche in seguito, sino al momento del collaudo.

#### COLLOCAMENTO DI MANUFATTI IN FERRO ALLUMINIO

I manufatti in ferro, quali infissi di porte, finestre, vetrate, ecc., saranno collocati in opera con gli stessi accorgimenti e cure, per quanto applicabili, prescritti all'articolo precedente per le opere in legno.

Nel caso di infissi di qualsiasi tipo muniti di controtelaio, l'Impresa avrà l'obbligo, a richiesta della Direzione dei Lavori, di eseguirne il collocamento; il collocamento delle opere di grossa carpenteria dovrà essere eseguito da operai specialisti in numero sufficiente affinché il lavoro proceda con la dovuta celerità. Il montaggio dovrà essere fatto con la massima esattezza, ritoccando opportunamente quegli elementi che non fossero a perfetto contatto reciproco e tenendo opportuno conto degli effetti delle variazioni termiche.

Dovrà tenersi presente infine che i materiali componenti le opere di grossa carpenteria, ecc., debbono essere tutti completamente recuperabili, senza guasti né perdite.

#### COLLOCAMENTO DI MANUFATTI IN MARMO E PIETRE

Tanto nel caso in cui la fornitura dei manufatti le sia affidata direttamente, quanto nel caso in cui venga incaricata della sola posa in opera, l'Impresa dovrà avere la massima cura per evitare, durante le varie operazioni di scarico, trasporto e collocamento in sito e sino a collaudo, rotture, scheggiature, graffi, danni alle lucidature, ecc. Essa pertanto dovrà provvedere a sue spese alle opportune protezioni, con materiale idoneo, di spigoli, cornici, colonne, scolini, pavimenti, ecc., restando obbligata a riparare a sue spese ogni danno riscontrato, come a risarcirne il valore quando, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, la riparazione non fosse possibile.

Per ancorare i diversi pezzi di marmo o pietra, si adopereranno grappe, perni e staffe, in ferro zincato o stagnato, od anche in ottone o rame, di tipi e dimensioni adatti allo scopo ed agli sforzi cui saranno assoggettati, e di gradimento della Direzione dei Lavori.

Tali ancoraggi saranno saldamente fissati ai marmi o pietre entro apposite incassature di forma adatta, preferibilmente a mezzo di piombo fuso e battuto a mazzuolo, e murati nelle murature di sostegno con malta cementizia. I vuoti che risulteranno tra i rivestimenti in pietra o marmo e le retrostanti murature dovranno essere diligentemente riempiti con malta idraulica fina o mezzana,

sufficientemente fluida e debitamente scagliata, in modo che non rimangano vuoti di alcuna entità. La stessa malta sarà impiegata per l'allettamento delle lastre in piano per pavimenti, ecc.

È vietato l'impiego di agglomerante cementizio a rapida presa, tanto per la posa che per il fissaggio provvisorio dei pezzi, come pure è vietato l'impiego della malta cementizia per l'allettamento dei marmi.

L'Impresa dovrà usare speciali cure ed opportuni accorgimenti per il fissaggio o il sostegno di stipiti, architravi, rivestimenti, ecc., in cui i pezzi risultino sospesi alle strutture in genere ed a quelli in cemento armato in specie: in tale caso si potrà richiedere che le pietre o marmi siano collocati in opera prima del getto, ed incorporati con opportuni mezzi alla massa della muratura o del conglomerato, il tutto seguendo le speciali norme che saranno all'uopo impartite dalla Direzione dei Lavori e senza che l'impresa abbia diritto a pretendere compensi speciali.

Tutti i manufatti, di qualsiasi genere, dovranno risultare collocati in sito nell'esatta posizione prestabilita dai disegni o dalla Direzione dei Lavori; le connessioni ed i collegamenti eseguiti a perfetto combaciamento secondo le minori regole dell'arte, dovranno essere stuccati con cemento bianco o colorato, a seconda dei casi, in modo da risultare il meno appariscenti che sia possibile, e si dovrà curare di togliere ogni zeppa o cuneo di legno al termine della posa in opera.

I piani superiori delle pietre o marmi posti all'interno dovranno avere le opportune pendenze per convogliare le acque piovane, secondo le indicazioni che darà la Direzione dei Lavori.

Sarà in ogni caso a carico dell'Impresa, anche quando essa avesse l'incarico della sola posa in opera, il ridurre e modificare le murature ed ossature ed eseguire i necessari scalpellamenti e incisioni, in modo da consentire la perfetta posa in opera dei marmi e pietre di qualsiasi genere.

Nel caso di rivestimenti esterni potrà essere richiesto che la posa in opera delle pietre o marmi segua immediatamente il progredire delle murature, ovvero che venga eseguita in un tempo successivo, senza che l'Impresa possa accampare pretese di compensi speciali oltre quelli previsti dalla tariffa.

#### **COLLOCAMENTO DI MANUFATTI VARI, APPARECCHI E MATERIALI FORNITI DALL'AMMINISTRAZIONE APPALTANTE**

Qualsiasi apparecchio, materiale o manufatto fornito dall'Amministrazione appaltante sarà consegnato secondo le istruzioni che l'Impresa riceverà tempestivamente.

Pertanto essa dovrà provvedere al suo trasporto in cantiere, immagazzinamento e custodia, e successivamente alla loro posa in opera, a seconda delle istruzioni che riceverà, eseguendo le opere murarie di adattamento e ripristino che si renderanno necessarie.

Per il collocamento in opera dovranno seguirsi inoltre tutte le norme indicate per ciascuna opera nei precedenti articoli del presente Capitolato, restando sempre l'Impresa responsabile della buona conservazione del materiale consegnatole, prima e dopo del suo collocamento in opera.