

CITTA' DI VERCELLI



EX MACELLO

PROGETTO DEFINITIVO

**PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE E DI RECUPERO  
DEGLI SPAZI DEL COMPLESSO DENOMINATO "EX  
MACELLO" RICOMPRESO NEL PISU "EX OSPEDALE  
S. ANDREA"**

PROPRIETA' : CITTA' DI VERCELLI - P.zza Municipio 5 - Vercelli

PROGETTISTI : AT STUDIO ASSOCIATO - Via Ormea 48 - Torino

arch. Giorgio Marè, arch. Stefano Seita, arch. Marco Zocco

arch. Filippo Giau, arch. Tommaso Paolo Longo

**CAPITOLATO TECNICO OPERE STRUTTURALI**

Luglio 2012

# Sommario

1	CONDIZIONI - NORME E PRESCRIZIONI PER L'ACCETTAZIONE, L'IMPIEGO, LA QUALITÀ E LA PROVENIENZA DEI MATERIALI	4
1.1	ACCETTAZIONE, QUALITÀ, IMPIEGO E PROVVISTA DEI MATERIALI	4
1.2	ACQUA, LEGANTI IDRAULICI, CALCI AEREE, POZZOLANE, GESSO	5
1.2.1	Acqua	5
1.2.2	Calci, pozzolane, leganti idraulici, leganti idraulici speciali e leganti sintetici	5
1.3	GHIAIA, PIETRISCHI - SABBIE - PIETRE	9
1.3.1	Ghiaie, ghiaietti, pietrischi, pietrischetti, sabbie per opere murarie	9
1.3.2	Pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie, additivi da impiegare per pavimentazioni.	10
1.3.3	Ghiaie, ghiaietti per pavimentazioni	10
1.3.4	Pietra naturale	10
1.4	LATERIZI	10
1.5	MATERIALI FERROSI	11
1.5.1	Generalità	11
1.5.2	Acciai per cemento armato	12
1.5.3	Acciai per strutture metalliche	14
1.5.4	Profilati, barre e larghi piatti di uso generale	14
1.5.5	Lamiere di acciaio	14
1.6	ADDITIVI	14
1.7	SOSTANZE IMPREGNANTI - GENERALITÀ	15
1.8	IMPREGNANTI AD EFFETTO IDROFOBIZZANTE	15
1.8.1	Polimeri organici	16
1.8.2	Composti organici del silicio	16
1.9	IMPREGNANTI AD EFFETTO CONSOLIDANTE	16
1.9.1	Resine organiche	17
1.9.2	Impregnanti a base di sostanze minerali	18
1.10	MALTA ADESIVA EPOSSI-ACRILATO, BICOMPONENTE, PER FISSAGGI (INGHISAGGI)	18
2	MODO DI ESECUZIONE	19
2.1	NORME GENERALI	19
2.2	INDAGINI PRELIMINARI AI LAVORI DI RESTAURO	19
2.3	TRACCIAMENTI	21

2.4 DEMOLIZIONI, RIMOZIONI E DISPOSIZIONI ANTINFORTUNISTICA, PUNTELLAZIONI E SBADACCHIATURE	21
2.4.1 Demolizioni e rimozioni e disposizioni antinfortunistica	21
2.4.2 Disposizioni antinfortunistiche	22
2.4.3 Puntellazioni e sbadacchiature	22
2.5 RIPARAZIONI DI MURATURE	24
2.6 OPERE PROVVISORIALI.	24
2.7 MALTE - QUALITA' E COMPOSIZIONE	25
2.7.1 Malte e conglomerati	26
2.7.2 Malte additivate	28
2.7.3 Malte espansive	29
2.7.4 Malte confezionate con riempitivi a base di fibre sintetiche o metalliche	30
2.7.5 Malte preconfezionate	30
2.8 CONGLOMERATI DI RESINA SINTETICA	31
2.9 STRUTTURE DI CEMENTO ARMATO, DI ACCIAIO DI LEGNO E MURARIE.	32
2.9.1 Generalità	32
2.9.2 Normativa di riferimento strutture in legno	33
2.9.3 Normativa di riferimento strutture metalliche:	34
2.9.4 Normativa di riferimento strutture in muratura	34
2.9.5 Strutture di conglomerato cementizio semplice ed armato.	34
2.10 STRUTTURE PORTANTI DI CARPENTERIA METALLICA	47
2.10.1 Progetto delle strutture	47
2.10.2 Qualità	47
2.10.3 Costruzione delle strutture in acciaio	48
2.10.4 Montaggio delle strutture in acciaio	55
2.10.5 Preparazioni delle superfici dall'ossidazione	56
2.10.6 Controlli	57
2.10.7 Norme particolari per le strutture tubolari smontabili	59
2.10.8 Collaudo	59
2.11 STRUTTURE MURARIE	60
2.11.1 Generalità	60
2.11.2 Proporzionamento statico delle murature.	61
2.11.3 Modalità di esecuzione delle varie tipologie murarie	61
2.11.4 Integrazione e ripristino delle murature	63
2.12 OPERE IN LEGNAME - LAVORI DI CARPENTERIA	65

# **1 CONDIZIONI - NORME E PRESCRIZIONI PER L'ACCETTAZIONE, L'IMPIEGO, LA QUALITÀ E LA PROVENIENZA DEI MATERIALI**

## ***1.1 ACCETTAZIONE, QUALITÀ, IMPIEGO E PROVVISTA DEI MATERIALI***

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito dalle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

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

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

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

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

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti a seguito fissati. La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra i diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta, in base a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori la quale, per i materiali da acquistare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà che offrano adeguata garanzia per la fornitura con costanza di caratteristiche.

## **1.2 ACQUA, LEGANTI IDRAULICI, CALCI AEREE, POZZOLANE, GESSO**

### **1.2.1 Acqua**

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate.

### **1.2.2 Calci, pozzolane, leganti idraulici, leganti idraulici speciali e leganti sintetici**

– Modalità di fornitura e conservazione.

L'approvvigionamento dei leganti potrà essere effettuato sia ricorrendo al prodotto sfuso che a quello confezionato in sacchi sigillati su cui dovranno essere chiaramente indicati il peso, la qualità del legante, lo stabilimento di produzione, la quantità di acqua occorrente per il confezionamento di una malta normale e le resistenze minime a trazione ed a compressione dopo 28 gg. di stagionatura dei provini.

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà essere annotata sul giornale dei lavori o sul registro dei getti; la conservazione dei leganti dovrà essere effettuata in locali asciutti e su tavolati in legname approntati a cura dell'Appaltatore; lo stoccaggio sarà, preferibilmente, effettuato in adeguati "silos".

– Leganti tradizionali:

Calci aeree - Le calci ottenute dalla cottura di calcare, dovranno possedere caratteristiche d'impiego richieste dal R.D. n. 2231 del 1939 (G.U. 18.04.1940) che prende in considerazione i seguenti tipi di calce:

- calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore al 94% e resa in grassello non inferiore al 2,5%; - calce magra in zolle o calce viva contenente meno del 94% di ossidi di calcio e magnesio e con resa in grassello non inferiore a 1,5%;

- calce idrata in polvere ottenuta dallo spegnimento della calce viva, si distingue in fiore di calce quando il contenuto minimo degli idrossidi calcio Magnesio non è inferiore al 91% e calce idrata da costruzione quando il contenuto minimo degli idrossidi non è inferiore all'82%. In entrambi i tipi di calce idrata il contenuto massimo di carbonati e d'impurità non dovrà superare il 6% e l'umidità il 3%.

Per quanto riguarda la finezza dei granuli, la setacciatura dovrà essere praticata con vagli aventi fori di 0,18 mm. e la parte trattenuta dal setaccio non dovrà superare l'1% nel caso del fiore di calce ed il 2% nella calce idrata da costruzione; se, invece, si utilizza un setaccio da 0,09 mm. la parte trattenuta non dovrà essere superiore al 5% per il fiore di calce e del 15% per la calce idrata da costruzione. Quest'ultima dovrà essere confezionata con idonei imballaggi e conservata in locali ben asciutti. Nelle confezioni dovranno essere ben visibili le indicazioni del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o di calce idrata da costruzione.

Leganti idraulici - I cementi e le calci idrauliche dovranno possedere le caratteristiche d'impiego stabilite dalla legge n. 595 del 26 maggio 1965 e dei D.M. del 31 agosto 1972; invece, le norme relative

all'accettazione e le modalità d'esecuzione delle prove d'idoneità e collaudo saranno regolate dal successivo D.M. del 3 giugno 1968 e dal D.M. 20.11.1984.

Pozzolane - Per quanto concerne le norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico si farà riferimento al R.D. 16.11.1939, n. 2230.

Gessi per l'edilizia - I gessi per l'edilizia, distinti in base alla loro destinazione (per muri, intonaci, pavimenti, ecc.) in base alla UNI 6782, avranno le caratteristiche fisiche (granulometria, resistenza) e chimiche (tenore solfato di calcio, contenuto d'impurità) fissate dalla norma UNI 8377.

I gessi dovranno essere approvvigionati in sacchi sigillati riportanti il nominativo del produttore e la qualità del gesso contenuto. L'immagazzinaggio dovrà essere effettuato con tutti gli accorgimenti atti ad evitare il degrado per umidità.

– Leganti idraulici speciali:

Cementi a presa rapida - Dovranno rispondere alle sopraindicate norme sui cementi ed essere conservati al riparo dall'umidità; le modalità di posa in opera dovranno rispettare scrupolosamente le prescrizioni del produttore e, gli sfridi, a presa avvenuta, dovranno essere portati a rifiuto.

Cementi privi di ritiro - Costituiti da cemento portland, agenti espansivi (solfoalluminati di calcio) ed agenti stabilizzanti avranno le seguenti caratteristiche: - assenza di ritiro sia in fase plastica che in fase d'indurimento (UNI 6555-73); - consistenza (slump) compresa fra i valori di 14-20 cm.;

- assenza di acqua essudata (bleeding) UNI 7122;
- buona lavorabilità e lungo mantenimento della stessa (UNI 7123/72);
- ottima capacità di adesione su diversi tipi di supporti (UNI 10020/72);
- resistenze meccaniche adeguate alla specifica applicazione (UNI 6132/72, 6235/72, 6556).

Verranno impiegati miscelandoli con l'esatto quantitativo d'acqua consigliato dal produttore e gli sfridi, una volta rappresi dovranno essere trasportati a rifiuto.

L'Appaltatore dovrà prestare particolare attenzione alla loro stagionatura umida ricorrendo alle modalità consigliate dal produttore.

– Leganti sintetici

Resine - Le resine sono sostanze vetrose ed amorfe di tipo solido-liquido, prive di un punto di fusione netto che subiscono, tramite somministrazione di calore, una graduale diminuzione della loro viscosità. A base di polimeri organici, in cui un gran numero di atomi sono uniti mediante legami chimici primari, vengono classificate relativamente al loro comportamento in termoplastiche e termoindurenti.

L'utilizzo di detti materiali, la provenienza, la preparazione, il peso dei singoli componenti e le modalità d'applicazione saranno concordati con la D.L. dietro la sorveglianza e l'autorizzazione degli organi preposti alla tutela dei beni in oggetto.

In presenza di manufatti di particolare valore storico-artistico sarà vietato, salvo specifica disposizione degli elaborati di progetto, in assenza di analisi di laboratorio, di prove applicative o di specifiche garanzie da parte della ditta produttrice sull'effettiva irreversibilità dell'indurimento ed in

manca di una comprovata compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali edili preesistenti, utilizzare prodotti di sintesi chimica.

Le caratteristiche dei suddetti prodotti saranno conformi alle norme UNICHIM, mentre le analisi di laboratorio relative alle indagini preliminari per la scelta dei materiali saranno quelle stabilite dalle raccomandazioni NORMAL. In particolare le caratteristiche qualitative dei legami organici in base al loro impiego saranno le seguenti:

- perfetta adesione ai comuni materiali da costruzione ottenuta mediante la formazione di un sufficiente numero di gruppi polari capaci di stabilire legami fisici d'affinità con i costituenti sia minerali che organici dei materiali trattati;
- buona stabilità alla depolimerizzazione ed all'invecchiamento;
- elevata resistenza all'attacco chimico operato da acque, sostanze alcaline o da altri tipi di aggressivo chimici;
- limitatissimo ritiro in fase d'indurimento.

Resine epossidiche - Derivate dalla condensazione del bisfenolo A con epichloridrina, potranno essere del tipo solido o liquido. In combinazione con appositi indurenti amminici che ne caratterizzano il comportamento, potranno essere utilizzate anche miscele con cariche minerali, riempitive solventi ed addensanti, solo dietro approvazione del D.L., per lavori in cui sarà necessario sfruttare le loro elevatissime capacità adesive. Saranno vietati tutti i trattamenti superficiali che potrebbero sostanzialmente modificare l'originario effetto cromatico dei manufatti (UNI 7097-72). Le caratteristiche meccaniche, le modalità applicative e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM. Le caratteristiche richieste in relazione allo specifico utilizzo (+ 20C) sono le seguenti:

1)	Formulati per impregnazione:	
	Punto d'inflammabilità	90 °C
	ritiro	0,10%
	viscosità (a+ b) MPa×s	150
	pot life (minuti)	60
	assorbimento	2%
	punto Martens	35 °C
	resistenza a trazione (MPa)	50
	resistenza a flessione (MPa)	50
	resistenza a compressione (MPa)	70
	modulo elastico a fless. (MPa)	1.000
2)	Formulati per iniezione:	
2a)	per lesioni inferiori a mm 1,5:	
	Punto d'inflammabilità	90 °C
	ritiro	12%
	viscosità (a+ b) MPa×s	150-400

	pot life (minuti)	30
	assorbimento	2%
	punto Martens	50 °C
	resistenza a trazione (Mpa)	30
	resistenza a flessione (MPa)	50
	resistenza a compressione (MPa)	70
	modulo elastico a fless. (MPa)	1.000 - 3.000
2b)	per lesioni superiori a mm 1,5:	
	Punto d'infiammabilità	90 °C
	ritiro	12%
	viscosità (a + b) MPa×s	3.500-4.000
	pot life (minuti)	30
	assorbimento	2%
	punto Martens	50 °C
	resistenza a trazione (MPa)	50
	resistenza a flessione (MPa)	50
	resistenza a compressione (MPa)	70
	modulo elastico a fless. (MPa)	3.000
3)	Formulati per betoncini:	
	Punto d'infiammabilità	90 °C
	ritiro	0,10%
	viscosità (a+ b) MPa×s	7.000
	pot life (minuti)	60
	assorbimento	2%
	punto Martens	35 °C
	resistenza a trazione (MPa)	30
	resistenza a flessione (MPa)	30
	resistenza a compressione (MPa)	90
	modulo elastico a fless. (MPa)	17.000
4)	Formulati per restauro di strutture:	
	Punto d'infiammabilità	90 °C
	ritiro	0,10%
	viscosità (a+ b) MPa×s	7.000
	pot life (minuti)	30
	assorbimento	2%
	punto Martens	35 °C
	resistenza a trazione (MPa)	30



	resistenza a flessione (Mpa)	50
	resistenza a compressione (MPa)	70
	modulo elastico a fless. (MPa)	700
5)	Formulati per incollaggi strutturali:	
	Punto d'infiammabilità	90 °C
	ritiro	0,10%
	viscosità (a+ b) MPa×s	8.000
	pot life (minuti)	60
	assorbimento	2%
	punto Martens	40 °C
	resistenza a trazione (MPa)	80
	resistenza a flessione (MPa)	50
	resistenza a compressione (MPa)	80
	modulo elastico a fless. (MPa)	1.000
	adesione (Mpa)	6

Resine poliesteri - Derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gli acidi polibasici e le loro anidridi, potranno essere usate sia come semplici polimeri liquidi sia in combinazione con fibre di vetro, di cotone o sintetiche o con calci gesso, cementi e sabbie.

Anche per le resine poliesteri valgono le stesse precauzioni divieti e modalità d'uso enunciati a proposito delle resine epossidiche.

Le loro caratteristiche meccaniche, le modalità d'applicazione e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM.

### **1.3 GHIAIA, PIETRISCHI - SABBIE - PIETrame**

#### **1.3.1 Ghiaie, ghiaietti, pietrischi, pietrischetti, sabbie per opere murarie**

(da impiegarsi nella formazione di conglomerati cementizi).

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. LL 09 gennaio 1996 (pubblicato sul supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n° 29 del 05 febbraio 1996): Norme tecniche per il calcolo e l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche

Le dimensioni dovranno essere sempre compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato. Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

Nella composizione delle malte, per sabbie ordinarie si intenderanno quelle in cui i grani passano attraverso lo staccio avente fori circolari di due millimetri di diametro.

Nella composizione delle malte da intonaco e raffinamenti di superfici, le sabbie saranno costituite da granuli di diametro non superiore ad un millimetro per gli strati grezzi.

### **1.3.2 Pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie, additivi da impiegare per pavimentazioni.**

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

In particolare il materiale lapideo per la confezione del pietrisco dovrà avere un coefficiente di qualità (Deval) non inferiore a 10 (dieci), mentre il materiale lapideo per la confezione delle graniglie dovrà avere un coefficiente di frantumazione non superiore a 120 (centoventi).

I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o di calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo. Saranno a spigolo vivo, scevri di materie terrose, sabbia e comunque materia eterogenee od organiche. Per il controllo granulometrico l'Appaltatore dovrà approvvigionare e porre a disposizione della Direzione i crivelli UNI 2334.

### **1.3.3 Ghiaie, ghiaietti per pavimentazioni**

Dovranno corrispondere come pezzatura e caratteristiche ai requisiti stabiliti nella "Tabella U.N.I.2710 - Edizione giugno 1945".

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

### **1.3.4 Pietra naturale**

Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli, dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto e permettere così lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

## **1.4 LATERIZI**

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti dal Regio Decreto 16 novembre 1939, n.2233, "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" ed alle norme U.N.I. 5628/65, 1607, 5630/65, 5632/65.

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

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

I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante; dovranno presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a kg. 150/cmq. per mattoni destinati a normali costruzioni.

Dopo un attento studio delle diverse aree di intervento, si deve far ricorso a laterizi simili agli esistenti e per ogni area di intervento, in relazione ai sistemi di produzione, alle dimensioni geometriche, alle caratteristiche chimico fisiche, meccaniche e cromatiche.

La messa in opera dei mattoni deve avvenire dopo un attento studio della tessitura muraria delle zone limitrofe per riprenderne le caratteristiche tipologiche.

I mattoni forati ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno 25 kg/cmq. di superficie premuta.

Le tegole piane o curve, di qualunque tipo siano, dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre senza sbavature e presentare tinta uniforme; appoggiate su due regoli posti a mm. 20 dai bordi estremi dei due lati più corti, dovranno sopportare sia un carico graduale, concentrato nel mezzo di kg.120, sia l'urto di una palla di ghisa del peso di kg.1 cadente dall'altezza di cm. 20.

Sotto un carico di mm.50 d'acqua, mantenuta per 24 ore, le tegole dovranno risultare impermeabili.

Le tegole piane non dovranno presentare alcun difetto nel nasello.

Per quanto riguarda l'impiego di laterizi per i solai dovranno essere rispettate le norme di accettazione e di resistenza di cui al D.M.LL.PP. 09.01.1986 e successive modificazioni ed integrazioni, nonché alle UNI 9730/1 - 9730/1 - 9730/3.

Per i materiali laterizi da impiegarsi nelle zone sismiche dovranno essere rispettate le prescrizioni vigenti di cui alla legge 2.2.1974 n.64 e D.M.16.01.1996 e successive modificazioni ed integrazioni.

## **1.5 MATERIALI FERROSI**

### **1.5.1 Generalità**

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature, paglia e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, profilatura, fucinature e simili.

Essi inoltre dovranno soddisfare tutte le condizioni generali previste dal D.M. 28 febbraio 1908, modificato con R.D. 15 luglio 1925.

#### **1.5.1.1 Designazione, definizione e classificazione**

Si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN - 10020	Definizione e classificazione dei tipi di acciaio
UNI EU - 27	Designazione convenzionale degli acciai

UNI 7856 Ghise gregge. Definizioni e classificazioni.

ISO 1083 Ghisa a grafite sferoidale. Classificazione.

Come acciai si definiranno i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio, limite che li separerà dalle ghise definite dalla UNI 7856 sopra richiamata.

#### 1.5.1.2 Qualità, prescrizioni e prove

Per i materiali ferrosi, ferma restando l'applicazione del D.P. 15 luglio 1925 in precedenza richiamato, saranno rispettate le norme di unificazione contenute negli argomenti e nei sub-argomenti di cui alla classifica UNI.

### 1.5.2 **Acciai per cemento armato**

Dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 9 gennaio 1996.

Gli acciai dovranno essere esenti da difetti tali da pregiudicarne l'impiego, quali incisioni, ossidazioni, corrosioni, lesioni, untuosità ed in genere ricopertura da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato. Essi inoltre dovranno essere controllati in stabilimento.

Le relative forniture debbono essere accompagnate da un certificato di Laboratorio Ufficiale riferentesi al tipo di armatura di cui trattasi nonché dotate di marchiatura da cui risulti il riferimento allo stabilimento produttore, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità. La data del certificato deve essere non inferiore a tre mesi ha quella di spedizione, salvo quanto previsto al punto 2.2.8.2. del D.M. citato.

I controlli in cantiere sono obbligatori. Essi saranno riferiti agli stessi gruppi di diametri di cui al punto 2.2.8.2 (1) ed effettuati con il prelevamento di tre spezzoni marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di ciascuna partita di comune provenienza. Le prove, da eseguirsi presso un Laboratorio Ufficiale, accerteranno la resistenza e la duttilità del materiale. Eventuali risultati anomali, saranno dal Direttore dei Lavori comunicati sia al Laboratorio Ufficiale incaricato in stabilimento, sia al Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei LL.PP.

#### 1.5.2.1 Acciaio per barre tonde lisce e ad aderenza migliorata

Per le condizioni tecniche generali di fornitura si applica la norma UNI EU 21 (parzialmente sostituita da UNI EN 10204). Il prelievo dai campioni ed i metodi di prova saranno effettuati secondo la UNI 6407 salvo quanto stabilito al punto 2.2.8.2., Parte 1a, del Decreto citato. Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato alle EN 10002/1a (1990), UNI 564 ed UNI 6407, salvo indicazioni contrarie o complementari.

L'acciaio per barre tonde lisce dovrà possedere le proprietà indicate nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE MECCANICHE		Designazione del tipo di acciaio	
		Fe B 22k	Fe B 32k
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	N/mm <sup>2</sup>	≥215	≥315
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	N/mm <sup>2</sup>	≥335	≥490
Allungamento A5	%	≥24	≥23
Piegamento a 180° su mandrino con diametro D		2d	3d

L'acciaio ad aderenza migliorata, caratterizzato dal diametro della barra tonda equipesante, dovrà possedere le caratteristiche parzialmente indicate nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE MECCANICHE		Designazione del tipo di acciaio	
		Fe B 38k	Fe B 44k
Tensione caratteristica di snervamento $f_{tk}$	N/mm <sup>2</sup>	≥375	≥430
Tensione caratteristiche di rottura $f_{tk}$	N/mm <sup>2</sup>	≥450	≥540
Allungamento A5	%	≥14	≥12

Le barre inoltre dovranno superare con esito positivo prove di aderenza (secondo il metodo "Beam test") da eseguire presso un laboratorio ufficiale con le modalità specificate dalla norma CNR - UNI 10020-71

#### 1.5.2.2 Acciaio in fili lisci o nervati

I fili lisci o nervati di acciaio trafilato di diametro compreso fra 5 e 12 mm, dovranno corrispondere, per l'impiego nel calcestruzzo armato, alle proprietà indicate nel prospetto 3 di cui al punto 2.2.4, Parte I, delle "Norme tecniche" (legge 09.01.1996).

#### 1.5.2.3 Reti di acciaio elettrosaldate

Dovranno avere fili elementari compresi fra 5 e 12 mm e rispondere altresì alle caratteristiche riportate nel prospetto 4 di cui al punto 2.2.5., Parte I, delle "Norme tecniche".

#### 1.5.2.4 Acciai per cemento armato precompresso

Gli acciai per armature da precompressione potranno essere forniti in rotoli (fili, trecce, trefoli), su bobine (trefoli) ed in fasci (barre). I fili dovranno essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m, non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il produttore dovrà indicare il diametro minimo di avvolgimento.

Ciascun rotolo di filo (liscio, ondulado, con impronte) dovrà essere esente da saldature: Sono ammesse le saldature sui fili componenti le trecce effettuate prima della trafilatura; per i trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura, purché le saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.

Dovranno comunque essere rispettare le prescrizioni di cui al punto 2.3., Parte I, delle "Norme tecniche", nonché le altre disposizioni che, in materia, venissero successivamente emanate.

### 1.5.3 Acciai per strutture metalliche

I materiali da impiegare in tali tipi di strutture dovranno rispettare le prescrizioni contenute nella Parte II delle norme tecniche di cui al D.M. 09.01.1996 più volte richiamato, con le eventuali successive modifiche ed integrazioni. Gli acciai da impiegare, di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo) dovranno essere del tipo Fe 360 (Fe37), del tipo Fe 430 (Fe44) o del tipo Fe 510 (Fe 52) definiti, per le caratteristiche meccaniche al punto 2.1.1 della Parte II di che trattasi e di cui si riporta, parzialmente, il prospetto 2-1:

Simbolo Adottato	Simbolo UNI	Caratteristica		Fe 360	Fe 430	Fe 510
$f_t$	$R_m$	Tensione di rottura a trazione	N/mm <sup>2</sup>	≥360	≥430	≥510
$f_y$	$R_s$	Tensione di snervamento	N/mm <sup>2</sup>	≥235	≥275	≥355

Tra gli acciai dei tipi indicati rientrano pertanto gli acciai Fe 360, Fe 430 e Fe 510 dei gradi B, C, D, della EN 10025.

Rientrano anche altri tipi di acciai purché rispondenti alle caratteristiche indicate nel prospetto 2-1 citato.

Per i profilati cavi, oltre agli acciai Fe 360, Fe 430 e Fe 510 nei gradi B, C, D delle UNI 7806 e 7810, rientrano anche altri tipi purché rispondenti alle caratteristiche di cui al prospetto 2-1t del punto 2.1.1.2 delle "Norme tecniche":

### 1.5.4 Profilati, barre e larghi piatti di uso generale

Saranno conformi alle prescrizioni di cui alla seguente norma di unificazione:

Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da cretti, scaglie, paglie, ripiegature, cricche od altri difetti tali che ne possano pregiudicare ragionevolmente le possibilità d'impiego. Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere rigature e vaiolature, purché non venga superata la tolleranza in meno prescritta sullo spessore.

Valgono sull'argomento le norme UNI EN 10163/1/2/3.

### 1.5.5 Lamiere di acciaio

Saranno conformi per qualità e caratteristiche, alle norme e prescrizioni delle UNI di cui al punto D ed inoltre della UNI EN 10029.

## 1.6 **ADDITIVI**

Gli additivi per calcestruzzi e malte sono sostanze chimiche che, aggiunte in piccole dosi agli impasti, hanno la capacità di modificarne le proprietà.

L'appaltatore dovrà fornirli nei contenitori originali sigillati su cui dovranno essere indicate le quantità, la data di scadenza e le modalità d'uso ed avrà l'obbligo di miscelarli alle malte, nei rapporti prescritti, in presenza della D.L..

Sono classificati dalla norma UNI 7101 in fluidificanti, areanti, acceleranti, ritardanti, antigelo, ecc.

In relazione al tipo dovranno possedere caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle rispettive norme UNI (Fluidificanti 7102, superfluidificanti 8145, agenti espansivi non metallici 8146) e dal D.M. 26.03.1980.

I fluidificanti ed i superfluidificanti se utilizzati come "riduttori d'acqua" dovranno consentire una consistente riduzione del dosaggio d'acqua, mantenendo inalterata la lavorabilità dell'impasto, pari ai seguenti valori:

fluidificanti su malta	6%
fluidificanti su calcestruzzi	5%
superfluidificanti su malta	10%
superfluidificanti su calcestruzzi	10%

### **1.7 SOSTANZE IMPREGNANTI - GENERALITA'**

L'impregnazione dei materiali che costituiscono l'involucro esterno degli edifici, una lavorazione tesa a prevenire il degrado operato da un'azione fisica, che agisce mediante un continuo bombardamento di microparticelle presenti nell'atmosfera e spinte dai venti. L'impregnante, in questo caso, dovrà evitare una rapida disgregazione delle superfici, causata da un'azione chimica, che agisce mediante un contatto, occasionale o continuato, con sostanze attive quali piogge acide ed inquinanti atmosferici. In questo caso l'impregnante dovrà fornire alle superfici un'appropriata inerzia chimica.

Essendo, quindi, varia sia la natura dei materiali che formano le superfici esterne che il tipo di agenti che innescano il degrado, le sostanze impregnanti dovranno svolgere le seguenti funzioni:

- difesa dall'attacco chimico che si effettuerà mediante la idrofobizzazione dei supporti in modo da renderli adatti a limitare l'assorbimento delle acque meteoriche;
- difesa dall'attacco fisico che si otterrà mediante il consolidamento dei supporti al fine di accrescere o fornire quelle capacità meccaniche di resistenza al degrado che non hanno mai posseduto o che, col trascorrere del tempo, si sono indebolite.

In particolare, le caratteristiche richieste in base al loro impiego, saranno le seguenti:

- elevata capacità di penetrazione;
- buona inerzia chimica nei confronti dei più diffusi agenti inquinanti;
- comprovata inerzia cromatica;
- soddisfacente compatibilità fisico-chimica con il materiale da impregnare;
- totale reversibilità della reazione d'indurimento.

### **1.8 IMPREGNANTI AD EFFETTO IDROFOBIZZANTE**

I prodotti da usare per l'idrofobizzazione sono quelli previsti nella relazione specialistica allegata al progetto e in ogni caso:

- basso peso molecolare ed elevato potere di penetrazione;
- resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti atmosferici;
- resistenza chimica in ambiente alcalino;

- assenza di effetti collaterali (produzione di sali);
- perfetta trasparenza ed inalterabilità del colore;
- traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente;
- permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%.

### **1.8.1 Polimeri organici**

Dovranno possedere un'elevata resistenza agli alcali ed ai raggi ultravioletti senza che venga diminuita la naturale predisposizione dei materiali edili alla diffusione dei vapori. Dovendosi applicare sotto forma di emulsioni o di soluzioni acquose, avranno, generalmente, una scarsa capacità di penetrazione e potranno causare una sensibile variazione di colore ed un effetto traslucido sulle superfici; il loro utilizzo, quindi, su manufatti di particolare valore storico-artistico sarà vincolato ad una specifica autorizzazione della D.L. o degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

### **1.8.2 Composti organici del silicio**

*Siliconati* - Particolarmente indicati per trattamenti idrofobizzanti di cemento e materiali a base alcalina, poiché formano, a causa dell'azione combinata dell'acqua con l'anidride carbonica, sali (organo-sil-sesquiossani), il loro utilizzo sarà condizionato alla specifica autorizzazione della D.L. o degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

*Silani* - Gli organo-alcossi-silani sono monomeri capaci di impregnare materiali poco assorbenti quali i calcestruzzi; dovranno essere applicati in concentrazioni elevate (20-40% di sostanza attiva) perché la loro alta tensione di vapore, dopo l'applicazione, potrebbe comportare forti perdite di prodotto.

*Organo-silossani-polimeri* - Sono indicati per l'impregnazione di pietre molto porose; le soluzioni in commercio hanno una concentrazione di sostanza attiva intorno ai valori del 5-10%. Se vengono impiegati su materiali compatti e poco assorbenti, occorrerà abbassarne il peso molecolare al fine di ottenere una maggiore profondità di penetrazione senza eccessive perdite di prodotto.

*Organo-silossani-oligopolimeri* - Appartengono a questa categoria, i metil-etossi-silossani oligopomeri che si presentano sotto forma di concentrati liquidi privi di solvente. La loro caratteristica più rilevante sarà l'elevata capacità di penetrazione che è funzione della particolare struttura chimica; infatti, riescono ad infiltrarsi all'interno dei capillari più sottili della pietra grazie ai loro particolari legami incrociati. La capacità di penetrazione dei silossani oligopolimeri dovrà essere migliorata utilizzando, dietro apposita autorizzazione della D.L., solventi, nei quantitativi prescritti dal produttore, che trasportino la sostanza attiva all'interno della struttura da idrofobizzare.

## **1.9 IMPREGNANTI AD EFFETTO CONSOLIDANTE**

Gli impregnanti ad effetto consolidante saranno quelli previsti dal progetto e dovranno in ogni caso avere le seguenti caratteristiche:



- elevata capacità di penetrazione nelle zone di pietra carenti di legante;
- resistenza chimica agli agenti inquinanti;
- spiccata capacità di ripristinare i leganti della pietra senza depositare sali superficiali;
- capacità di fare trasparire la pietra in modo da conservare la diffusione del vapore;
- profonda penetrazione che eviti la formazione di pellicole in superficie;
- "pot-life" molto lungo tale da consentire l'indurimento solo ad impregnazione completata;
- perfetta trasparenza priva di effetti traslucidi;
- capacità di mantenere inalterato il colore della pietra.

### **1.9.1 Resine organiche**

Alcune resine organiche, diluite con solventi, possiedono la capacità di diffondersi in profondità all'interno dei materiali. Le resine che polimerizzano dopo l'applicazione (epossidiche e poliuretaniche), oltre ad avere la capacità di diffondersi all'interno della pietra anche senza l'ausilio del solvente, possiedono un basso peso molecolare (250-350) ed una viscosità a 25 C intorno ai 250 cps. Le resine che induriscono per essiccamento (evaporazione del solvente), poiché possiedono un elevato peso molecolare che determina la loro diffusione poco omogenea all'interno del manufatto, potranno essere utilizzate solo in soluzione con residui secchi molto bassi (10-15%). E' evidente che la qualità di legante risulta determinante ai fini della qualità del consolidamento; si dovranno, quindi, preferire sistemi a base di solventi a rapida evaporizzazione che assicurino residui secchi più elevati e tempi di permanenza più brevi all'interno dei materiali.

Su manufatti di particolare valore storico-artistico, l'utilizzo delle resine organiche sarà condizionato alla specifica autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

*Resine epossidiche* - Il loro impiego dovrà essere attentamente vagliato dall'Appaltatore, dietro espresso giudizio della D.L., in quanto tali resine, pur possedendo ottime capacità leganti ed elevate resistenze meccaniche e chimiche, risultano poco resistenti all'ingiallimento provocato dai raggi U.V.. Potranno essere impiegate per la protezione di edifici industriali di superfici in calcestruzzo e di manufatti sottoposti ad una forte aggressione chimica.

*Resine poliuretaniche* - I poliuretani sono polimeri nelle cui macro-molecole sono presenti dei raggruppamenti uretanici; si ottengono facendo reagire gli isocianati con gli alcoli polivalenti. Dovranno possedere le seguenti proprietà:

- assenza di ingiallimento;
- elevata resistenza agli agenti atmosferici ed ai raggi ultravioletti;
- indurimento regolabili fino a 24 ore dopo l'applicazione;
- reversibilità fino a 36 ore dopo l'applicazione;
- basso peso molecolare;
- residuo secco intorno al 3%;
- viscosità a 25°C intorno a 250 cps.

*Resine acril-siliconiche* - A base di resine acriliche e siliconiche disciolte in particolari solventi risultano indicate per interventi di consolidamento di materiali lapidei specie quando si verifica un processo di degrado provocato dall'azione combinata di aggressivi chimici ed agenti atmosferici. Sono particolarmente adatte per il restauro di opere d'arte e di monumenti in pietra calcarea o arenaria. Le resine acril-siliconiche dovranno essere diluite con le apposite sostanze solventi nei quantitativi indicati dal produttore o consigliati dalla D.L.. Dovranno essere completamente reversibili anche dopo l'indurimento, generare nel materiale trattato un aumento del carico di rottura ed una forte resistenza agli sbalzi termici eliminando, nel contempo, i fenomeni di decoesione. Dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- residuo secco: 10% + /- 2%;
- peso specifico: 1,050 g/l + /- 2%;
- colore gardner: inferiore a 1;
- essiccazione : da 15° a 20°C secco al tatto.

### **1.9.2 Impregnanti a base di sostanze minerali**

Sono prodotti adatti al consolidamento di superfici di particolare pregio artistico (fregi, bassorilievo affreschi, ecc.) in quanto formulati per risultare perfettamente compatibili con le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche delle più diffuse pietre calcaree ed arenarie. Essendo alcuni di recente formulazione, il loro impiego dovrà sempre essere autorizzato dalla D.L. e dagli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

*Silicati di etile* - Sono sostanze basso-molecolari che penetrano in profondità nella pietra. Grazie all'azione di un catalizzatore neutro, reagiscono con l'umidità atmosferica e con l'acqua presente all'interno dei pori della pietra, liberando alcool e formando un gel di silice che diventa il nuovo legante dei granuli disgregati; i sotto prodotti della reazione chimica sono inattivi in quanto si volatilizzano rapidamente. I formulati a base di silicato di etile per risultare adatti al consolidamento di edifici monumentali, dovranno possedere le seguenti proprietà:

- basso peso molecolare;
- essiccamento fuori polvere;
- assenza di prodotti dannosi per la pietra;
- legante minerale affine a quello del materiale trattato;
- resistenza agli acidi;
- capacità di fare traspirare i pori della pietra;
- permeabilità al vapore d'acqua.

### **1.10 Malta adesiva epossidica-acrilato, bicomponente, per fissaggi (inghisaggi)**

Resina epossidica per inghisaggio di barre, tiranti, pioli.

Densità [kg/cm <sup>3</sup> ]	1.65
Resistenza a compressione [MPa]	>71
Resistenza a flessione [MPa]	7
Resistenza a trazione [MPa]	28

Lavorabilità a 20 °C [min]	5
Tempo di fissaggio [min]	120

## **2 MODO DI ESECUZIONE**

### **2.1 *NORME GENERALI***

Per norma generale, nell'esecuzione dei lavori, l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole d'arte, nonché alle prescrizioni che qui di seguito vengono date per le principali categorie di lavori.

Per tutte quelle categorie di lavori per le quali non si trovino, nel presente Capitolato prescritte speciali norme, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica attenendosi agli ordini che verranno impartiti dalla Direzione Lavori all'atto esecutivo. L'Impresa sarà sempre tenuta al rispetto di tutte le leggi e normative vigenti all'atto dell'esecuzione dell'opera.

### **2.2 *INDAGINI PRELIMINARI AI LAVORI DI RESTAURO***

Prima di dare inizio a qualsiasi tipo di lavorazione su manufatti di particolare interesse storico-artistico, l'Appaltatore, se previsto negli elaborati di progetto o espressamente richiesto dalla D.L., sarà tenuto ad effettuare su di essi tutte quelle operazioni che, finalizzate alla sistematica e scientifica acquisizione di dati certi inerenti allo stato di conservazione o ai loro processi di alterazione e di degrado, possano consentire una diagnosi corretta ed accurata dei meccanismi che provocano il deperimento al fine d'intervenire su di essi con i rimedi più efficaci. La diagnosi sarà effettuata commissionando, esclusivamente a laboratori riconosciuti ed autorizzati dagli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, l'esecuzione di una specifica serie di prove di laboratorio e di analisi da svolgere "in situ". Il laboratorio dovrà eseguire le analisi su campioni di manufatto che dovranno essere prelevati o da personale di sua fiducia o da altra rappresentanza che assolva tale compito sotto il suo diretto controllo e secondo le modalità descritte nelle Raccomandazioni NORMAL 3/80 redatte a cura dell'Istituto Centrale del Restauro (Roma 1980).

Durante il campionamento, oltre alle consuete cautele, sarà necessario non modificare lo stato originario del manufatto e dei luoghi non arrecando danno alcuno alle antiche strutture. Inoltre, lo spostamento delle attrezzature per prelevare i campioni dal terreno o dalle murature avverrà nel massimo rispetto dello stato dei luoghi. Alla fine dei lavori dovrà essere effettuata una perfetta pulizia rimuovendo qualsiasi residuo di lavorazione.

*Rilievi ed indagini non distruttive* - I rilievi e le indagini, ordinati ai fini diagnostico saranno eseguiti ricorrendo a specifiche apparecchiature le cui dimensioni e la cui maneggevolezza unitamente all'innocuità dei principi fisici di funzionamento possano garantire la conservazione dell'integrità fisica dell'oggetto indagato e fornire, nel contempo, risultati a livello qualitativo e quantitativo non ottenibili mediante l'uso di attrezzature di tipo tradizionale.

La scelta delle finalità, delle modalità dei sistemi e degli attrezzi più adatti al singolo caso, se non specificato negli elaborati di progetto, sarà effettuata dietro insindacabile giudizio della D.L. e specifica autorizzazione degli organi preposti alla tutela del Bene in oggetto.

In ogni caso sarà data preferenza a quei sistemi che siano in grado di consentire la massima rapidità di rilievo, la più completa globalità d'informazione e la maggiore semplicità di restituzione analitica dei dati.

*I rilievi fotogrammetrici* verranno effettuati mediante riprese eseguite con apposite apparecchiature stereometriche, mediante rilievi topografici specializzati dei punti di appoggio e con l'uso di stereorestitutori in grado di tradurre in coordinate numeriche i punti apparenti sull'immagine stereoscopica. I rilievi, una volta eseguiti saranno rielaborati in modo da evidenziare, anche con l'ausilio della grafica manuale, la tessitura dei paramenti murari la diversificazione tipologica delle murature o la caratterizzazione superficiale dei materiali. Nei lavori di rilievo fotogrammetrico saranno comprese l'elaborazione dei dati, la restituzione grafico-analitica e la formazione di una scheda analitica tipo dell'oggetto indagato.

*I rilievi topografici strumentali*, consistenti nella lettura e nella rappresentazione dell'oggetto in funzione delle specifiche finalità operative, saranno effettuati ricorrendo ad apposite strumentazioni elettroniche e consegnati nella scala richiesta, previa registrazione, calcolo e restituzione computerizzata o manuale dei dati di rilievo ed integrazione della griglia dei punti base; il tutto dovrà essere sopportato da un'idonea veste grafica e da rilievo fotografico.

I rilievi ed i controlli strumentali dei dissesti consisteranno nella posa in opera, secondo le modalità disposte negli elaborati di progetto, del numero prescritto di fessurimetri a lettura diretta, di microdime a lettura analogica, di rilevatori ultrasonici o di sonde televisive.

Le letture saranno elaborate e registrate con le modalità tipiche del sistema adottato e consegnate con idonee restituzioni grafiche.

*Gli esami termografici* a raggi infrarossi consisteranno nel rilevamento delle radiazioni elettromagnetiche nella banda dell'infrarosso dello spettro di emissione del materiale indagato che verranno registrate e convertite in mappe termiche. L'analisi sarà finalizzata, in relazione alle necessità del caso in oggetto, alla definizione del paramento murario sotto intonaco, all'individuazione di diversità compartimentali di zone di particolare importanza o alla determinazione di aree interessate da invasioni umide, da sacche di distacco, da elementi litoidi inglobati nella struttura, da tomponamenti di aperture e cavità, da immorsature fra tessiture murarie diverse e dall'individuazione della distribuzione della temperatura superficiale in funzione del diverso contenuto igrometrico.

*Analisi di elementi strutturali e decorativi* - I campioni occorrenti per le indagini conoscitive sulle caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche delle murature saranno prelevati mediante il prescritto numero di carotaggi. Le carotatrici dovranno essere fornite di punte di acciaio vicia a sola rotazione che possano essere raffreddate ad acqua aventi un diametro idoneo, ad insindacabile giudizio della D.L., ad una corretta valutazione dello specifico materiale indagato.

Una volta estratte, le carote saranno ordinate e catalogate in apposite cassette di stoccaggio; la sezione perforata verrà sigillata con boiaccia di cemento e il paramento murario sarà risarcito utilizzando la sezione esterna della carota estratta avendo cura di sigillare con la malta di resina e detrito di perforazione.

L'inserimento di *martinetti piatti*, adoperati in singolo o accoppiati al fine di determinare "in situ" le caratteristiche meccaniche delle murature, sarà effettuato all'interno di appositi tagli predisposti in

corrispondenza dei ricorsi delle malte; l'Appaltatore, alla fine dei rilevamenti avrà l'obbligo di costiparne le sedi di posa con malta di resina e detriti.

Le analisi *mineralogico-petrografiche*, tese ad individuare i tipi litologici, le disomogeneità delle strutture, le forme e gli stadi del degrado o le caratteristiche peculiari dei prodotti da utilizzare per il consolidamento e la protezione o dei prodotti di reazione già utilizzati sulla pietra, potranno essere condotte mediante l'utilizzo della microspia elettronica a scansione, della spettroscopia, dei raggi X o delle onde elastiche ed ultrasuoni; ciascuna specifica richiesta dovrà essere eseguita e documentata con tabulati, diagrammi, mappe e documenti fotografici ritenuti dalla D.L. più adatti alla caratterizzazione petrografica dei tipi lapidei e all'individuazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei campioni estratti.

Le metodologie d'intervento saranno quelle previste dagli elaborati di progetto prescritte dalla D.L. in quanto più idonee alla natura del materiale, al tipo dei prodotti di alterazione ed alle dimensioni degli stessi campioni.

### **2.3 TRACCIAMENTI**

Prima di dare inizio ai lavori, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire la picchettazione completa delle opere e ad indicare con opportune modine i limiti degli scavi e dei riporti. Sarà tenuto altresì al tracciamento di tutte le opere, in base agli esecutivi di progetto, con l'obbligo di conservazione dei picchetti e delle modine. Il tracciamento di ogni edificio con l'apposizione in sito dei relativi vertici, verrà effettuato partendo da capisaldi appositamente istituiti che dovranno restare in essere fino al collaudo avvenuto.

### **2.4 DEMOLIZIONI, RIMOZIONI E DISPOSIZIONI ANTINFORTUNISTICA, PUNTELLAZIONI E SBADACCHIATURE**

#### **2.4.1 Demolizioni e rimozioni e disposizioni antinfortunistica**

Le demolizioni di murature in genere, calcestruzzi, tetti, scale, volti, aggetti, ecc. comunque eseguite a mano o con mezzo meccanico, dovranno essere attuate con tutte le precauzioni in modo da evitare il danneggiamento di altri elementi strutturali adiacenti o di provocare spinte non contrastate.

Dovranno altresì essere effettuate tutte le puntellazioni necessarie in modo da non compromettere la stabilità delle strutture al fine di evitare comunque pericoli o danni.

Ogni cura e precauzione verrà adottata altresì per consentire il recupero di materiale di interesse artistico o storico.

Nella demolizione di murature sarà vietato far lavorare persone sui muri.

Le demolizioni dovranno, di norma, progredire tutte allo stesso livello procedendo dall'alto verso il basso e ad ogni sospensione di lavoro dovranno essere rimosse tutte le parti pericolanti.

In caso contrario si dovranno proteggere le zone interessate da eventuali cadute di materiali con opportuni sbarramenti.

Nello sviluppo delle demolizioni non dovranno essere lasciate distanze eccessive tra i collegamenti orizzontali delle strutture verticali.

In particolare nel caso di sbalzi, cornicioni, o elementi in oggetto interessanti alle demolizioni se ne dovrà sempre assicurare la stabilità con le necessarie puntellazioni.

Nella demolizione delle coperture si dovranno sempre approntare protezioni provvisorie (teloni, lamiere o altro mezzo) al fine di evitare danni ai piani sottostanti causati da cattivo tempo.

Resta inteso in ogni caso che, per ciascuna categoria di lavori di demolizione o rimozione, l'Impresa dovrà osservare e far osservare tutte le cautele e norme in vigore all'atto dell'esecuzione, in materia di prevenzione infortuni e di sicurezza sul lavoro.

#### **2.4.2 Disposizioni antinfortunistiche**

Dovranno essere osservate, in fase esecutiva, le norme previste dal Testo unico Sicurezza D.Lgs 81/08 e dalla migliore letteratura tecnica in materia.

#### **2.4.3 Puntellazioni e sbadacchiature**

Le puntellazioni e sbadacchiature per garantire la stabilità delle strutture durante i lavori, sia per il sostentamento delle facciate a svuotamento avvenuto, sia per l'apertura di vani al fine di inserire strutture di calcestruzzo o di acciaio nelle murature, ed in generale durante l'esecuzione di opere di sottomurazione, potranno essere eseguite con legno o acciaio a seconda delle necessità e delle prescrizioni della Committente.

Dette puntellazioni dovranno essere dimensionate e conformate in modo da garantire che durante le operazioni di messa in opera, durante il periodo di utilizzazione, durante l'operazione di smontaggio, non si verifichino cedimenti e fessurazioni nelle aperture.

**L'Impresa dovrà pertanto a sua cura e spese redigere e presentare per l'approvazione alla Committente, prima dell'inizio dei lavori, le verifiche di calcolo e i disegni esecutivi delle puntellazioni e le verifiche di stabilità delle strutture da sostenere, con riferimento alle varie fasi operative. Le verifiche dovranno essere eseguite da Architetti o Ingegneri iscritti ai rispettivi albi professionali. Qualora detta relazione di calcolo fosse già stata fornita dalla Committente, l'Appaltatore dovrà eseguirne la verifica a mezzo di ingegneri di sua fiducia, documentare per iscritto le eventuali osservazioni in contrasto, ed assumere piena ed intera responsabilità tanto del progetto quanto dell'esecuzione dell'opera.**

Resta in ogni caso stabilito che l'Appaltatore non sarà in alcun modo esonerato dalle responsabilità derivanti a norma di legge e di contratto, malgrado i controlli e le progettazioni eventualmente fornitigli dalla Committente, rimanendo esso il solo responsabile dei danni di qualsiasi natura, importanza e conseguenza che dovessero derivare alle persone o cose, anche di terzi, per deficienza di calcolo e di esecuzione delle puntellazioni stesse.

In ogni caso si dovrà sempre attentamente valutare il cedimento delle strutture fondazionali della puntellazione al fine di garantire l'integrità delle strutture da puntellare.

#### 2.4.3.1 Puntellazioni di legno

Le puntellazioni di legno dovranno essere eseguite con legname di abete o larice, delle sezioni minime di cm. 19x21 per i ritti, dormienti, longheroni o saettoni. Il collegamento dei vari elementi dovrà essere opportunamente effettuato con briglie di tavole e copri giunti chiodati e all'occorrenza con ferramenta per collegamento dei giunti, fissati con chiodi a mano o con viti mordenti. La messa in forza dovrà essere effettuata con cunei e cuscinetti di appoggio in larice o rovere nella quantità occorrente, i quali una volta messi in sito e forzati, dovranno essere fissati. Dovrà essere curata la sorveglianza delle puntellazioni affinché per effetto di ritiro del legname non si verifichino allentamenti dei cunei. Le operazioni di smontaggio dovranno avvenire solo dopo che le strutture eseguite siano maturate e verificate come atte a sostenere gli sforzi definitivi massimi da prevedere loro applicati.

#### 2.4.3.2 Puntellazioni di carpenteria metallica

Tutte le puntellazioni di acciaio dovranno essere conformi, anche se trattasi di opere provvisionali, alle prescrizioni di Capitolato inerenti alle "Strutture portanti di carpenteria metallica". Nel prezzo delle puntellazioni di carpenteria metallica sono compresi gli oneri per l'esecuzione dei mutui ancoraggi muratura-puntellazioni, la formazione di eventuali aperture di brecce nelle murature, eventuali rimozioni provvisorie dei mutui ancoraggi per consentire l'esecuzione di determinate categorie di lavoro, nonché i ponteggi provvisori necessari per il montaggio delle puntellazioni stesse oltre a qualsiasi altro onere necessario per dare la struttura provvisoria completa ed atta ad assolvere in compito ad essa affidato.

#### 2.4.3.3 Puntellazioni con martinetti a vite

Le puntellazioni saranno di acciaio e dovranno essere eseguite con puntelli di tondi di acciaio del diametro minimo di 28 mm. opportunamente filettati da un lato e provvisti di dado. L'appoggio delle murature da puntellare deve essere effettuato mediante piastre e contro piastre di acciaio dello spessore minimo di 10 mm. con interposto uno strato di malta cementizia la cui composizione dovrà essere approvata dalla Committente, atta a garantire l'uniformità dell'appoggio.

La messa in forza dovrà essere effettuata mediante l'avvitamento del bullone con chiave fissa a braccio lungo. La messa in forza dei puntelli in acciaio, che potranno essere a semplice o a doppia colonna, dovrà essere preceduta dal taglio della porzione di muratura occorrente per l'inserimento del martinetto, previo accertamento che la consistenza della struttura muraria di appoggio sia idonea al sostentamento del carico concentrato sul martinetto stesso.

Una volta eseguita e maturata l'opera definitiva, per cui occorre la puntellazione, si procederà alla rimozione del martinetto mediante taglio della muratura sovrastante o sottostante per la minima quantità occorrente all'estrazione delle piastre o colonne, avendo preso la precauzione di proteggere queste ultime con opportune camicie distanziatrici. Nel caso invece che il martinetto fosse lasciato a perdere nella struttura, dovrà essere curato che le parti metalliche siano opportunamente protette, preventivamente, da azioni corrosive mediante vernicianti antiruggine e che ad opera ultimata esse non risultino sporgenti dalla struttura.

## **2.5 RIPARAZIONI DI MURATURE**

Le riparazioni di murature di qualsiasi genere verranno realizzate in modo tale da rendere il muro compatto e resistente e quindi ripristinato.

I ripristini potranno essere realizzati secondo tecniche diverse, riguardanti:

- a) riparazioni di lesioni isolate;
- b) riparazioni di lesioni diffuse;
- c) riparazioni di lesioni in corrispondenza di apertura di porte e finestre;
- d) riparazioni di lesioni d'angolo.

## **2.6 OPERE PROVVISORIALI.**

*Generalità* - Tutti i ponteggi, le sbatacchiature, le tamponature, le murature di rinforzo, i puntelli a sostegno ed a ritegno e le altre opere necessarie alla conservazione, anche provvisoria, del manufatto ed alla sicurezza ed incolumità degli addetti ai lavori saranno eseguiti nel rispetto delle norme di sicurezza della buona tecnica costruttiva ed ubicati secondo quanto richiesto dalla D.L..

*Ponteggi ed impalcature* - Per i lavori da eseguire ad un'altezza superiore ai 2 metri dovranno essere adottate adeguate impalcature, ponteggi ed altre opere provvisionali atte ad eliminare i pericoli di caduta di persone o di cose secondo quanto disposto dal D.P.R. 07.01.56 n. 164.

L'Appaltatore avrà l'obbligo di affidare ad un responsabile di cantiere la sorveglianza dei lavori di montaggio e smontaggio ed il periodico controllo delle strutture dei ponteggi; egli, inoltre, dovrà fare rispettare le seguenti prescrizioni:

*Ponteggi metallici*

- *L'Appaltatore impiegherà strutture metalliche munite dell'apposita autorizzazione ministeriale che avrà l'obbligo di tenere in cantiere.*

Le strutture saranno realizzate secondo i disegni, i calcoli e le disposizioni previste dall'art. 14 del D.P.R. 07.01.56 n. 164 e successive disposizioni di legge;

- le aste del ponteggio dovranno essere costituite da profilati o da tubi privi di saldature e con superficie terminale ad angolo retto con l'asse dell'asta;

- l'estremità inferiore del montante dovrà essere sostenuta da una piastra di base metallica, a superficie piana, di area non minore a 18 volte l'area del poligono circoscritto alla sezione del montante stesso e di spessore tale da resistere senza deformazioni al carico.

La piastra dovrà avere un dispositivo di collegamento col montante atto a centrare il carico su di essa e tale da non produrre movimenti flettenti sul montante;

- i ponteggi dovranno essere controventati sia in senso longitudinale che trasversale, ogni controvento dovrà essere atto a resistere sia a sforzi di trazione che di compressione; - i giunti metallici dovranno avere caratteristiche di resistenza adeguata a quelle delle aste collegate e dovranno assicurare una notevole resistenza allo scorrimento;



- i montanti di una stessa fila dovranno essere posti ad una distanza non superiore a ml. 1,80 da asse ad asse;

- per ogni piano di ponte dovranno essere utilizzati due correnti di cui uno può far parte del parapetto;

- gli intavolati andranno realizzati come prescritto per i ponteggi in legno.

*Puntelli* - Sono organi strutturali destinati al sostegno provvisorio totale o parziale delle masse murarie fatiscenti.

Potranno essere costruiti in legname, ferro e in calcestruzzo di cemento armato, con travi unici o multipli allo scopo di assolvere funzioni di sostegno e di ritegno.

Per produrre un'azione di sostegno, l'Appaltatore, secondo le prescrizioni di progetto, adotterà la disposizione ad asse verticale semplice o doppia, mentre per quella di ritegno affiderà l'appoggio dei due ritti ad un traverso analogo a quello superiore allo scopo di fruire, nel consolidamento provvisorio, del contributo del muro. Nell'azione di ritegno dovrà adottare, in base alla necessità del caso, la disposizione ad asse inclinato o a testa aderente oppure orizzontale o lievemente inclinata.

La scelta del tipo di puntellamento d'adottare sarà fatta secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto o ordinato dalla D.L..

Se la massa presidiata per il degrado causato dal dissesto e per anomalie locali non sarà stimata capace di offrire efficace contrasto all'azione localizzata delle teste, dovranno essere adottate tutte le precauzioni ritenute opportune dalla D.L..

Al piede del puntello sarà necessario creare una sede ampia capace di abbassare quanto più possibile i carichi unitari sul terreno al fine di rendere trascurabili le deformazioni.

Nei puntelli di legname verrà, quindi disposta una platea costituita sia da travi di base che da correnti longitudinali e trasversali, in quelli di cemento armato verrà adottato un plinto disposto sulla muratura.

## **2.7 MALTE - QUALITA' E COMPOSIZIONE**

*Generalità* - Le malte, per quanto possibile, devono essere confezionate con materiali che abbiano una composizione chimico fisica e meccanica simile a quella della aree in cui vanno eseguiti. In ogni modo, la composizione delle malte, l'uso specifico di ognuna di esse nelle varie fasi dei lavori, l'eventuale integrazione con additivi, resine o con altri prodotti di sintesi chimica, ecc., saranno specificati dalla D.L..

Nella preparazione delle malte si dovranno usare sabbie di granulometria e natura chimica appropriata. Saranno, in ogni caso, preferite le sabbie di tipo siliceo o calcareo, mentre andranno escluse quelle provenienti da rocce friabili o gessose; non dovranno contenere alcuna traccia di cloruri, solfati, materie argillose, terrose, limacciose e polverose. L'impasto delle malte, effettuato con appositi mezzi meccanici o, manualmente dovrà risultare omogeneo e di tinta uniforme. I vari componenti, con l'esclusione di quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati preferibilmente sia a peso che a volume.

La calce spenta in pasta dovrà essere accuratamente rimescolata in modo che la sua misurazione, a mezzo di cassa parallelepipedica, riesca semplice e di sicura esattezza.

Gli impasti dovranno essere preparati nella quantità necessaria per l'impiego immediato e, per quanto possibile, in prossimità del lavoro. I residui d'impasto che non avessero per qualsiasi ragione immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune che, il giorno stesso della loro miscelazione, potranno essere riutilizzati.

I componenti di tutti i tipi di malte dovranno essere mescolati a secco.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel decreto ministeriale 3 giugno 1968. I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo la tabella seguente (D.M. 9 gennaio 1987):

Classe	Tipo di malta	composizione				
		cemento	calceaerea	calce idraul.	sabbia	pozzolana
M4	Idraulica	-	-	1	3	-
M4	Pozzolonica	-	1	-	-	1
M4	Bastarda	1	-	1	5	-
M3	Bastarda	1	-	1	5	1
M2	Cementizia	1	-	0.5	4	-
M1	Cementizia	1	-	-	3	-

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante. Malte di diversa composizione, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media e composizione risulti non inferiore ai valori seguenti:

12	N/mmq. (120kgf/cm <sup>2</sup> )	per l'equivalenza alla malta M1
8	N/mmq. (80kgf/cm <sup>2</sup> )	per l'equivalenza alla malta M2
5	N/mmq. (50kgf/cm <sup>2</sup> )	per l'equivalenza alla malta M3
2,5	N/mmq. (25kgf/cm <sup>2</sup> )	per l'equivalenza alla malta M4

Ove l'approvvigionamento delle malte dovesse essere effettuato ricorrendo a prodotti confezionati in sacchi o in fusti, questi oltre ad essere perfettamente sigillati dovranno avere la chiara indicazione relativa al produttore, al peso, alla classe di appartenenza, allo stabilimento di produzione, alla quantità d'acqua occorrente per il confezionamento, alle modalità di confezionamento e alle resistenze minime dopo i 28 giorni di stagionatura.

### 2.7.1 Malte e conglomerati

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione dei lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere le seguenti proporzioni:

#### **a) Malta comune:**

Calce spenta in pasta mc	0,26 - 0,40
sabbia mc.	0,85 - 1,00

#### **b) Malta comune per intonaco rustico (rinzafo):**

Calce spenta in pasta mc.	0,20 - 0,40
sabbia mc.	0,90 - 1,00

#### **c) Malta comune per intonaco civile (stabilitura):**

Calce spenta in pasta mc.	0,35 - 0,45
sabbia vagliata mc	0,80
<b>d) Malta grassa di pozzolana:</b>	
Calce spenta in pasta mc.	0,22
pozzolana grezza mc.	1,10
<b>e) Malta mezzana di pozzolana:</b>	
Calce spenta in pasta mc.	0,25
pozzolana vagliata mc.	1,10
<b>f) Malta fina di pozzolana:</b>	
Calce spenta in pasta mc.	0,28
pozzolana vagliata mc.	1,05
<b>g) Malta idraulica:</b>	
Calce idraulica q.li	3-5
Sabbia mc.	0,90
<b>h) Malta bastarda:</b>	
Malta di cui alle lettere a), e), g)	mc. 1,00
Agglomerato cementizio a lenta presa	q.li 1,50
<b>i) Malta cementizia forte:</b>	
Cemento idraulico normale	q.li 3-6
Sabbia mc.	1,00
<b>l) Malta cementizia debole:</b>	
Agglomerato cementizio a lenta presa q.li	2,5-4
Sabbia mc.	1,00
<b>m) Malta cementizia per intonaci:</b>	
Agglomerato cementizio (lenta presa) q.li	6,00
Sabbia mc.	1,00
<b>n) Malta fina per intonaci:</b>	
Malta di cui alle lettere c), f), g)	
vagliata allo staccio fino	
<b>o) Malta per stucchi:</b>	
Calce spenta in pasta mc.	0,45
Polvere di marmo mc.	0,90
<b>p) Calcestruzzo idraulico di pozzolana:</b>	
Calce comune mc.	0,15
Pozzolana mc.	0,40
Pietrisco o ghiaia mc	0,80
<b>q) Calcestruzzo in malta idraulica:</b>	
Calce idraulica q.li	1,5-3
Sabbia mc.	0,40

Pietrisco o -ghiaia mc.	0,80
-------------------------	------

**r) Conglomerato cementizio per muri,**

fondazioni, sottofondi, ecc.:

Cemento q.li	1,5-2,5
--------------	---------

Sabbia mc.	0,40
------------	------

Pietrisco o ghiaia mc.	0,80
------------------------	------

**s) Conglomerato per strutture sottili:**

Cemento q.li	3-3,5
--------------	-------

Sabbia mc.	0,40
------------	------

Pietrisco o ghiaia mc.	0,80
------------------------	------

Quando la Direzione dei lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione, che l'Appaltatore sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.

La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette, come viene estratta con badile dal calcinaio, bensì dopo essere stata rimescolata e ricondotta ad una pasta omogenea consistente e ben unita.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto manualmente, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.

I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di calcestruzzi con malte di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento risulti uniformemente distribuito nella massa ed avvolto di malta per tutta la superficie. Per i conglomerati cementizi semplici od armati, gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni contenute nella Legge 5.11.1971 n.1086, e successivi decreti applicativi.

Gli impasti sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati soltanto nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro.

## **2.7.2 Malte additive**

Per tali s'intendono quelle malte alle quali vengono aggiunti, in piccole quantità, degli agenti chimici che hanno la proprietà di migliorare le caratteristiche meccaniche.

Malte additate con agenti antiritiro e riduttori d'acqua - Trattasi di malte additate con agenti chimici capaci di ridurre il quantitativo d'acqua normalmente occorrente per il confezionamento di un

impasto facilmente lavorabile, la cui minore disidratazione ed il conseguente ritiro, permettono di evitare le pericolose screpolature che, spesso, favoriscono l'assorbimento degli agenti inquinanti. I riduttori d'acqua, generalmente, sono dei polimeri in dispersione acquosa composti da finissime particelle altamente stabili agli alcali modificate mediante l'azione di specifiche sostanze stabilizzatrici (sostanze tensioattive e regolatori di presa). Il tipo e la quantità dei riduttori saranno stabiliti dalla D.L.. In ogni caso essi dovranno assicurare le seguenti caratteristiche:

- basso rapporto acqua cemento;
- proprietà meccaniche conformi alla specifica applicazione,
- elevata flessibilità e plasticità della malta,
- basse tensioni di ritiro;
- ottima resistenza all'usura;
- elevata lavorabilità;
- ottima adesione ai supporti;
- elevata resistenza agli agenti inquinanti.

La quantità di additivo da aggiungere agli impasti sarà calcolata considerando ove occorre anche l'umidità degli inerti (buona norma, infatti, separare gli inerti in base alla granulometria e lavarli per eliminare sali o altre sostanze inquinanti).

La quantità ottimale che varierà in relazione al particolare tipo d'applicazione potrà oscillare, in genere, dal 5 ai 10% in peso sul quantitativo di cemento. Per il confezionamento di miscele cemento/additivo o cemento/inerti/additivo si dovrà eseguire un lavoro d'impasto opportunamente prolungato facendo ricorso, preferibilmente, a mezzi meccanici come betoniere e mescolatori elicoidali. Una volta pronta, la malta verrà immediatamente utilizzata e sarà vietato rinvenirla con altra acqua al fine di riutilizzarla in tempi successivi.

L'Appaltatore sarà obbligato a provvedere alla miscelazione in acqua dei quantitativi occorrenti di additivo in un recipiente che sarà tenuto a disposizione della D.L. per eventuali controlli e campionature di prodotto.

La superficie su cui la malta sarà applicata dovrà presentarsi solida, priva di polveri e residui grassi. Se richiesto dalla D.L. l'Appaltatore dovrà utilizzare come imprimitore un'identica miscela di acqua, additivo e cemento molto più fluida.

Le malte modificate con riduttori di acqua poiché induriscono lentamente dovranno essere protette da una rapida disidratazione (stagionatura umida).

### **2.7.3 Malte espansive**

Si tratta di malte in cui l'additivo provoca un aumento di volume dell'impasto. Questi prodotti dovranno essere utilizzati in tutte quelle lavorazioni che prevedono colaggi o iniezioni di malte fluide: sottofondazioni e sottomurazioni, volte e cupole, coperture, rifacimenti di strutture e consolidamenti. La malta dovrà essere preparata

mescolando in betoniera una miscela secca di legante, inerte ed agenti espansivi in polvere nella quantità media, salvo diverse prescrizioni della D.L., di circa 10-40 Kg/mc. di malta; solo successivamente si potrà aggiungere il quantitativo misurato d'acqua. Nei casi in cui l'agente espansivo dovesse essere di tipo liquido, esso sarà aggiunto alla miscela secca inerti/legante solo dopo una prolungata miscelazione in acqua. L'Appaltatore sarà tenuto a provvedere alla miscelazione in acqua dei quantitativi occorrenti di additivo dentro un recipiente tenuto a disposizione della D.L. per eventuali controlli e campionature di prodotto.

Sebbene gli agenti espansivi siano compatibili con un gran numero di additivi, tuttavia sarà sempre opportuno:

- mescolare gli additivi di una sola ditta produttrice;
- ricorrere alla consulenza tecnica del produttore;
- richiedere l'autorizzazione della D.L.

La stagionatura delle miscele espansive si otterrà mantenendo le malte in ambiente umido.

#### **2.7.4 Malte confezionate con riempitivi a base di fibre sintetiche o metalliche**

Dietro specifica prescrizione progettuale o su richiesta della D.L. potrà essere richiesto l'utilizzo di particolari riempitivi che hanno la funzione di plasmare e modificare le caratteristiche degli impasti mediante la tessitura all'interno delle malte indurite di una maglia tridimensionale.

Si tratta di fibre in metallo o in polipropilene a forma di treccia a struttura reticolare che, durante la miscelazione degli impasti, si aprono distribuendosi uniformemente.

Le fibre dovranno essere costituite da materiali particolarmente tenaci caratterizzati da una resistenza a trazione di circa 40 N/mm<sup>2</sup>, da un allungamento a rottura intorno al 13% e da un modulo d'elasticità di circa 500.000 N/cm<sup>2</sup>. Le fibre formeranno all'interno delle malte uno scheletro a distribuzione omogenea che ripartirà e ridurrà le tensioni dovute al ritiro. Se impiegate per il confezionamento di calcestruzzi, le proprietà delle fibre in polipropilene dovranno essere le seguenti: inerzia chimica che le rende adatte ad essere utilizzate sia in ambienti acidi che alcalini; assenza di corrosione o deterioramento, atossicità, capacità di non alterare la lavorabilità delle malte.

#### **2.7.5 Malte preconfezionate**

Trattasi di malte a dosaggio controllato studiate per il superamento dei limiti presentati dalla dosatura manuale delle malte additivate in quanto queste ultime non garantiscono il controllo della percentuale d'espansione che potrebbe risultare eccessiva in rapporto all'elevato degrado delle murature o delle strutture per la difficoltà di:

- dosare la quantità ottimale di additivo/cemento e cemento/inerti;
- dosare gli additivi ad effetti differenziati;
- controllare la granulometria.

Queste malte dovranno essere del tipo confezionato con controllo automatico ed elettronico in modo che nella miscelazione le sabbie quarzosferoidali (Silice = 99% - Mohs = 8) siano selezionate in relazione ad una curva granulometrica ottimale e i cementi ad alta resistenza e gli additivi chimici rigorosamente dosati. Gli additivi che garantiranno l'adesione ai substrati, l'inerzia chimica e le notevoli risposte alle sollecitazioni, verranno attivati dall'esatta miscelazione con quantitativi prestabiliti. Variando il quantitativo d'acqua da 3 a 6 lt. per ogni sacco di malta, si otterrà un impasto a consistenza più o meno fluida.

L'Appaltatore sarà tenuto, nel corso delle operazioni di preparazione delle malte, a prelevare, in presenza ed a richiesta della D.L., dei campioni rappresentativi dei vari tipi di malte preconfezionate che impiegherà nel corso dei lavori al fine di produrre le pattuite prove ed analisi da effettuare durante il corso dei lavori o al collaudo.

Le malte preconfezionate potranno essere usate per ancoraggi, rappezzi, impermeabilizzazioni, getti in fondazione ed, in genere, per tutti quei lavori prescritti dal contratto o richiesti dalla D.L..

Per la preparazione delle malte saranno necessari, oltre i normali attrezzi di lavoro, dei recipienti dalla capacità adatta a contenere i quantitativi di prodotto lavorabili (30-60 minuti per la presa) ed appositi miscelatori elicoidali o piccole betoniere.

L'Appaltatore dovrà attenersi alle istruzioni per l'uso che, spesso, prevedono un particolare procedimento di preparazione atto a consentire una distribuzione più omogenea dell'esiguo quantitativo d'acqua occorrente ad attivare l'impasto.

In presenza di temperature elevate, di forte umidità ambientale e di gelate, fattori che potrebbero influenzare i tempi di lavorabilità della malta, l'Appaltatore, dietro specifica autorizzazione della D.L., potrà variare sensibilmente i quantitativi d'acqua occorrente oppure utilizzare acqua calda o fredda.

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

Ove il tipo di malta non rientri tra quelli prima indicati (Art. "Malte additivate") il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa. (D.M. 9 gennaio 1987)

## **2.8 CONGLOMERATI DI RESINA SINTETICA**

Dovranno essere confezionati miscelando con i relativi indurimenti resine sintetiche, sabbie di quarzo di varia granulometria ed agenti tixotropizzanti.

I conglomerati di resina sintetica, una volta induriti, dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- notevoli proprietà di adesione;
- elevate resistenze sia meccaniche che chimiche;
- rapido sviluppo delle proprietà meccaniche.

Essendo numerose le possibilità di applicazione, occorrerà variare la fluidità, conformemente alle prescrizioni di progetto, in funzione della natura dei materiali, della loro porosità e delle finalità della lavorazione. I conglomerati dovranno in ogni modo assicurare:

- ottima capacità d'indurimento anche a basse temperature;
- sufficiente adesione anche in presenza di umidità;
- assorbimento capillare e, quindi, ottima saturazione delle superfici di contatto;
- tempi di lavorazione sufficienti anche in periodo estivo.

Per la preparazione dei conglomerati sintetici si dovranno utilizzare apposite betoniere o mescolatrici da 10-25 Kg. da impiegare esclusivamente per le resine. Per i formulati a due componenti sarà necessario calcolare con precisione il quantitativo di resina e d'indurente attenendosi, con la massima cura ed attenzione, ai bollettini tecnici dei produttori e considerando che, in genere, il rapporto resina/indurente consigliato tollera un'approssimazione dei 5-10% pena l'irrimediabile decadimento sia delle caratteristiche che di quelle di resistenza chimica dei formulati.

Resta tassativamente vietato regolare il tempo d'indurimento aumentando o diminuendo la quantità d'indurente in quanto l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni del produttore.

L'applicazione dei conglomerati sintetici, poiché sia la temperatura che il tasso di umidità influenzano negativamente la reazione fra la resina e l'indurente e, quindi, la qualità dell'intervento, dovrà essere eseguita quando le condizioni atmosferiche lo consentano. I risultati migliori si otterranno lavorando con temperature non inferiori a 15 C e con umidità reattiva del 50-60. Temperature più basse a forte umidità potrebbero provocare, impiegando alcuni tipi d'indurente, tempi di presa più lunghi ed un indurimento irregolare e difettoso.

Le superfici su cui saranno applicati i conglomerati di resina dovranno essere opportunamente predisposte secondo quanto prescritto dal produttore. Le fessure dovranno essere allargate con traccia a V, spolverate e trattate con una miscela fluida priva di cariche.

I ferri e i metalli, spesso unti e corrosi dalla ruggine, dovranno essere accuratamente puliti con i metodi ed i materiali prescritti dalla D.L.. In generale, l'Appaltatore sarà tenuto, rispettando le precauzioni consigliate dal produttore, a fornire agli operai gli indumenti adatti (guanti, visiere, ecc.) onde evitare non solo ogni contatto con la pelle e con gli occhi ma, anche, le esalazioni della miscela o dei singoli componenti.

Sarà, quindi, obbligato a far preparare e maneggiare il composto all'aperto o in luoghi ventilati e a fare osservare le norme di sicurezza.

## **2.9 STRUTTURE DI CEMENTO ARMATO, DI ACCIAIO DI LEGNO E MURARIE.**

### **2.9.1 Generalità**

Le prescrizioni indicate in tutto il presente articolo valgono, in quanto estendibili, per tutte le opere, e le loro parti, assimilabili a quelle descritte nei singoli suoi paragrafi, anche se più direttamente trattate in altro paragrafo o capitolo. Esse dovranno essere integrate con le norme vigenti in materia, e non in contrasto con questo stesso Capitolato, in particolare con quelle sottoelencate e le loro eventuali nuove



edizioni o stesure, con prevalenza, in caso di contrasto, per quelle aventi valore di legge o quelle più recenti.

Si farà sempre riferimento anche alle norme UNI-ISO vigente all'atto dell'esecuzione dell'opera.

Normativa di riferimento per opere di cemento armato normale e precompresso.

- 1) Legge 5/11/1971, n.1086. Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
- 2) Norme tecniche per il calcolo l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche D.M. 09/01/1996.
- 3) Circolare M.LL.P.P. 15 Ottobre 1996, n.252 AA.GG./STG Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- 4) Norme tecniche riguardanti i requisiti di accettazione e le modalità di prova dei cementi D.M. 03/06/1968 e successive modifiche.
- 5) Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni dei carichi e sovraccarichi D.M. 16/01/1996 e relativa circolare 04/07/96 n.156 AA.GG.STG.
- 6) Norme tecniche del Bollettino Ufficiale CNR, travi composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni (CNR 10016/85 e successive modificazioni)
- 7) Legge 2 Febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- 8) D.M. 14 gennaio 1996 Norme tecniche relative alle costruzioni in zone sismiche
- 9) Legge 26/05/1965, n.595. Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici
- 10) Decreto Ministeriale 3 Giugno 1968. Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi
- 11) Decreto Ministeriale 31 agosto 1972. Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli aggregati cementizi e delle calce idrauliche.
- 12) Circolare Ministeriale Lavori Pubblici 17 Febbraio 1945,n. 532. Norme per l'accettazione di pietrischi, dei pietrischetti, delle granaglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali
- 13) Bollettino Ufficiale del C.N.R. n. 34 Anno VII. Determinazione della perdita in peso per abrasione di aggregati lapidei con l'apparecchio "Los Angeles"
- 14) Circolare Ministeriale LL.PP. 11 Agosto 1969 n. 6090. Norme per la progettazione, il calcolo, l'esecuzione e il collaudo di costruzioni con strutture prefabbricate, in zone asismiche e sismiche.
- 15) D.M. 3 dicembre 1987 - "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
- 16) Tutte le norme UNI esistenti all'atto della costruzione.

## **2.9.2 Normativa di riferimento strutture in legno**

- DIN 1052 aprile 1988: "Strutture in legno: calcolo e realizzazione"

- Eurocodice 5: "Regole comuni unificate per le strutture in legno", Commissione delle Comunità Europee, Rapporto EUR 9887, Lussemburgo 1988
- UNI 9504 "Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di legno", aprile 1989
- D.M. 6 marzo 1986 - "Calcolo per il carico d'incendio per locali aventi strutture portanti in legno"
- DIN 4074 - DK 674.032 - 41/42:691.11: "Sortierung von Nadelholz nach der Tragfähigkeit Nadelschnittholz"

### **2.9.3 Normativa di riferimento strutture metalliche:**

- Legge 5-11-1971 n° 1086 - "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- D.M.LL.PP. 9 gennaio 1996 - "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato normale e precompresso e per le strutture metalliche"
- Circolare 15 ottobre 1996, n. 252 - "Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996"
- CNR-UNI 10011 giugno 1988 - "Costruzioni in acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione"
- CNR-UNI 10016/85 - "Travi composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni"
- CNR-UNI 10022/84 - "Profilati di acciaio formati a freddo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni"
- Circ. Min. Int. N. 91 del 14/09/1961 - "Norme di sicurezza per la protezione al fuoco dei fabbricati a struttura in acciaio destinati ad uso civile"
- CNR 10030/87 - "Anime irrigidite di travi a parete piena"

### **2.9.4 Normativa di riferimento strutture in muratura**

- D.M. 20/11/1987 - "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento"
- Circolare n° 30787 del 4.1.1989 - "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento"

### **2.9.5 Strutture di conglomerato cementizio semplice ed armato.**

#### **2.9.5.1 Norme di carattere generale**

Le opere di cemento armato normale e precompresso incluse nell'opera appaltata saranno eseguite in base ai disegni che compongono il progetto ed alle norme che verranno impartite.

La Committente provvederà a fornire all'Impresa il progetto completo dei calcoli statici delle opere d'arte di maggiore importanza incluse nell'appalto. L'Impresa dovrà però provvedere alla verifica di detti calcoli; essa dovrà prima dell'inizio dei relativi lavori e provviste, prendere conoscenza del progetto e

controllare i calcoli statici a mezzo di ingegneri di sua fiducia (qualora l'Appaltatore stesso non rivesta tale qualità), dichiarare quindi per iscritto di avere effettuato tali operazioni, di concordare nei risultati finali, di riconoscere il progetto perfettamente attendibile e di assumere piena ed intera responsabilità tanto del progetto come dell'esecuzione dell'opera. Le eventuali osservazioni dovranno essere formulate per iscritto alla Direzione dei Lavori entro trenta giorni dalla firma del contratto soltanto qualora si ravvisi la mancanza dei dovuti coefficienti di sicurezza od inosservanza delle prescrizioni regolamentari vigenti o discordanze tra i vari elaborati progettuali.

Qualsiasi altra osservazione non verrà presa in considerazione e l'eventuale ritardo non può dare diritto a proroghe per la ultimazione dei lavori entro il termine contrattuale. Tutti gli elaborati strutturali forniti dalla Committente dovranno essere presentati con eventuali osservazioni a mezzo lettera raccomandata con ricevuta di ritorno entro quaranta giorni dalla firma del contratto.

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori i disegni esecutivi con i calcoli statici di tutte le opere provvisorie quali centine ed armature di sostegno che la Direzione Lavori potrà accettare oppure richiedere motivate modifiche degli stessi entro e non oltre quarantacinque giorni dalla firma del contratto.

L'esame di verifica da parte della Direzione Lavori dei calcoli statici delle opere provvisorie e delle armature di sostegno, ecc...non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere e, di conseguenza, essa dovrà rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi. Dal Giornale dei Lavori del cantiere dovranno risultare tutte le approvazioni degli elaborati di progetto e di calcolo delle strutture, centine, puntellazioni, tutti gli ordini relativi all'esecuzione dei getti e disarmo, nonché le date di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

L'Impresa sarà tenuta a presentare a sua cura e spese, in tempo utile, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera, all'esame della D.L.:

- i disegni delle armature sviluppati con tutte le misure ed i raggi dei mandrini che verranno usati per la lavorazione delle barre di armatura
- i campioni dei materiali che intende impiegare, indicandone provenienza, tipo e qualità, corredati dei certificati di origine se previsti per legge;
- lo studio granulometrico per ogni tipo di classe di calcestruzzo;
- il tipo ed il dosaggio del cemento, il rapporto acqua-cemento, nonché il tipo ed il dosaggio degli additivi che intenda eventualmente usare, al fine di raggiungere le resistenze caratteristiche indicate nei disegni esecutivi;
- il tipo di impianto di confezionamento, i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- i risultati delle prove preliminari sui cubetti di calcestruzzo, eseguite con le modalità previste dalle vigenti norme tecniche.

In ogni tavola dei disegni esecutivi forniti dalla Committente saranno indicate le caratteristiche dei materiali impiegati, in particolare la classe di resistenza del calcestruzzo e il tipo di acciaio; in quelli relativi

agli orizzontamenti sarà inoltre riportata per esteso l'analisi dei carichi, tale analisi può essere riportata anche solamente nella relazione di calcolo strutturale.

L'Impresa ha obbligo di costituire nell'ambito del cantiere un laboratorio dotato delle apparecchiature necessarie per il controllo della resistenza meccanica dei calcestruzzi. Qualora non venisse ottemperato alla realizzazione del laboratorio all'Impresa verrà applicata all'atto del primo stato d'avanzamento una penale pari al 5% dell'importo afferente alle strutture di calcestruzzo (casseri, calcestruzzo, acciaio, ecc..) e così per i successivi stati d'avanzamento.

#### 2.9.5.2 Cemento

Nel caso in cui il cemento venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità; l'immagazzinamento del cemento nei silos deve essere effettuato senza miscelare tipi diversi.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

Pertanto all'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto, ed in corrispondenza ai requisiti chimici e fisici di legge.

Le prove su legante dovranno essere ripetute su di una partita, qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle sue qualità.

#### 2.9.5.3 Inerti

Oltre alle caratteristiche generali previste dalle vigenti disposizioni, devono avere inoltre i seguenti requisiti:

1° per l'aggregato grosso perdita in peso alla prova "LosAngeles" (C.N.R. Norme Tecniche n. 34) non superiore a 32 per impiego di conglomerati cementizi, a 28 per strutture in cemento armato ordinario precompresso ed a 24 per strutture in cemento armato;

2° per la sabbia: equivalente in sabbia (indice per caratterizzare convenzionalmente la frazione limoargillosa) (C.N.R. Norme Tecniche n. 27) non inferiore a 80 per impiego a conglomerati cementizi con dosaggio di cemento inferiore a 250 kg/mc e a 70 per gli altri casi;

3° il materiale passante allo staccio da 0.075 UNI deve risultare nei seguenti limiti:

- per inerti naturali

ghiaia, ghiaietto, ghiaino	1% in peso
sabbia	3% in peso

- per inerti provenienti da frantumazione

pietrisco, pietrischetto e graniglia	1,5% in peso
sabbia	5% in peso

4° coefficiente volumetrico: da verificare sulla ghiaia valutandolo come il rapporto tra la dimensione maggiore e minore del granulo.

Su un campione rappresentativo detto rapporto, per almeno la metà dei granuli, deve risultare 2.

5° tenore nullo di materie organiche (valutato con il metodo colorimetrico Norme UNI 7163-72, appendice C).

#### 2.9.5.4 Acqua d'impasto

Per la confezione degli impasti cementizi possono essere impiegate tutte le acque naturali normali. Si intendono invece escluse le acque di scarichi industriali o civili, nonché quelle contenenti, in quantità apprezzabile, sostanze che influenzano negativamente il decorso dei fenomeni di presa o d'indurimento, quali sostanze organiche in genere, acidi umici, sostanze zuccherine, ecc. La valutazione potrà essere fatta per ossidazione, mediante titolazione delle sostanze organiche con permanganato potassico.

Il consumo di tale reattivo dovrà risultare inferiore a 100 mg per litro di acqua. L'acqua dovrà inoltre risultare praticamente limpida, incolore e inodore. Sotto agitazione non dovrà dar luogo a formazione di schiuma persistente. È ammesso un limite massimo di torbidità di 2 g per litro, determinabile come residuo di filtrazione. Al di sopra di tale limite è prescritta la decantazione.

È consentito nell'acqua un contenuto massimo di 1200 mg/dm<sup>3</sup> di solfati e di 1000 mg/dm<sup>3</sup> di cloruri. Per getti di strutture da precomprimere il tenore di cloruri, espresso in Cl, dell'acqua d'impasto non deve superare 300mg/dm<sup>3</sup>.

#### 2.9.5.5 Additivi

Gli additivi eventualmente impiegati negli impasti devono appartenere ai tipi definiti e classificati dalle Norme Unicemento e rispondere alle relative prove d'idoneità. Non è opportuno l'impiego di più additivi, a meno che tale possibilità non venga espressamente indicata dalla casa produttrice.

La quantità di additivo aggiunta agli impasti cementizi non dovrà, di regola, superare il 2% rispetto al peso del legante, salvo diversa prescrizione della casa produttrice.

Con riferimento ai getti in cemento armato, l'aggiunta di additivi a base di cloruri è consentita soltanto in proporzione tale che il contenuto globale di cloruro - tenuto perciò conto di quello presente nell'acqua d'impasto, negli inerti e nel legante stesso - espresso in CL2 non superi lo 0,25% del peso del cemento.

Quantitativi maggiori, comunque mai superiori all'1% del peso di cemento, dovranno essere esplicitamente autorizzati dal Direttore dei Lavori. Pertanto le case produttrici devono specificare il contenuto in cloro degli additivi.

Per la conservazione ed il periodo di utilizzazione degli additivi devono essere osservate le prescrizioni indicate dal produttore.

#### 2.9.5.6 Impasti e composizione

Il dosaggio di cemento, la granulometria degli inerti ed il rapporto acqua-cemento devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. In particolare il contenuto di cemento non dovrà scendere sotto quello indicato nella seguente tabella in relazione alla consistenza del calcestruzzo.

Per conglomerati con resistenze caratteristiche intermedie è ammessa la interpolazione lineare.

Classe di conglomerato (definita secondo le norme tecniche regolamentari)	Tenore minimo di cemento		
	Consistenza umida [Kg/m <sup>3</sup> ]	Consistenza plastica [Kg/m <sup>3</sup> ]	Consistenza fluida [Kg/m <sup>3</sup> ]
100	200	220	240
150	250	280	310
>250	290	320	350

Per la definizione dei tipi di consistenza ci si servirà delle citate norme UNI 7163-72.

Per tutti i calcestruzzi saranno realizzate le composizioni granulometriche proposte dall'Impresa ed accettate dalla Direzione dei Lavori, in modo da ottenere i requisiti fissati dal progettista dell'opera ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

Per ogni tipo di calcestruzzo dovrà essere previsto l'impiego di almeno 3 classi di inerti, (due delle quali relative all'inerte fine) la cui miscela dovrà realizzare le caratteristiche granulometriche stabilite dalle vigenti normative.

#### 2.9.5.7 Resistenze dei calcestruzzi

I prelievi saranno effettuati in conformità alle norme tecniche vigenti, in relazione alla determinazione prescelta della resistenza caratteristica, in contraddittorio con l'Impresa, separatamente per ogni tipo e classe di calcestruzzo previsti.

Di tali operazioni eseguite a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Impresa, secondo le norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

#### **Tutti i campioni verranno prelevati in duplice esemplare.**

Con i provini della prima serie verranno effettuate prove preliminari atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

I valori della resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni dalla maturazione, ricavati da questa prima serie di prove, saranno presi a base per un primo controllo della resistenza e per la contabilizzazione delle opere in partita provvisoria. I provini della seconda serie saranno inviati, nel numero prescritto dalle vigenti norme di legge, ai laboratori ufficiali per la determinazione della resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di maturazione ed i risultati ottenuti saranno presi a base per la contabilizzazione delle opere in partita definitiva.

**Per il lavoro in oggetto saranno prelevati almeno n° 2 cubetti per ciascuna betoniera indipendentemente dalla capacità della stessa. Nel caso il calcestruzzo fosse confezionato in cantiere si preleveranno n° 2 cubetti ogni 5 mc.**

Tutti gli oneri relativi alle due serie di prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Impresa.

Nel caso che la resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di maturazione ricavata dalle prove della prima serie di prelievi risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e

nei disegni di progetto approvati dalla Direzione dei Lavori, il D.L. potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove della seconda serie di prelievi, eseguite presso laboratori ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso i Laboratori ufficiali risultasse un valore della resistenza caratteristica inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statistici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa potrà eventualmente presentare, a sua cura e spese, una relazione supplementare nella quale dimostri che, fermo restando le ipotesi di vincolo e di carico delle strutture, la resistenza suddetta è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione dei Lavori a suo insindacabile giudizio il calcestruzzo verrà contabilizzato con il prezzo della classe alla quale risulterà appartenere la relativa resistenza.

Nel caso che tale resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera, oppure all'adozione di provvedimenti che, garantiscono la staticità delle strutture.

Tali provvedimenti dovranno in ogni caso essere approvati dall'Ente Appaltante.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la resistenza caratteristica risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici approvati dalla Direzione dei Lavori.

#### 2.9.5.8 Confezione e trasporto del calcestruzzo

Il dosaggio e la confezione del conglomerato cementizio avverranno con centrali meccanizzate.

Gli strumenti destinati al dosaggio dei diversi componenti delle miscele e formanti parti integranti delle centrali di betonaggio dovranno corrispondere alle norme di cui al D.M. 5 settembre 1969 pubblicati sulla G.U. del 27 settembre 1969, e seguenti.

In particolare la centrale deve essere dotata di bilance separate di portata appropriata per il dosaggio del cemento e degli inerti.

Il dosaggio del cemento deve essere effettuato con precisione del 2%. Il dosaggio degli inerti deve essere realizzato con la precisione del 3% del loro peso complessivo. Il sistema di carico delle bilance deve essere tale da permettere con sicurezza, regolazione ed arresto completo del flusso del materiale in arrivo.

Le bilance devono essere tarate all'inizio del lavoro e poi almeno una volta ogni tre mesi.

Il dosaggio effettivo dell'acqua deve essere realizzato con la precisione del 2%. Nello stabilire la quantità d'acqua di impasto si deve tener conto dell'umidità degli inerti.

In nessun caso potrà essere variato il rapporto acqua-cemento precalcolato; l'eventuale variazione dei quantitativi di acqua e di cemento, allo scopo di aumentare la lavorabilità della miscela, dovrà essere approvata dalla Direzione dei Lavori in relazione anche all'aumento del fenomeno di ritiro.

Potranno essere usati additivi previo consenso della Direzione dei Lavori, a cura e spese dell'Impresa che non avrà diritto ad indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo salvo che non ne sia espressamente previsto l'impiego per particolari esigenze indicate in progetto.

Il trasporto del conglomerato a piè d'opera avverrà con mezzi atti ad evitare la separazione per gravità dei singoli elementi costituenti l'impasto.

Le tramogge delle bilance del cemento devono essere protette dagli agenti atmosferici per evitarne le incrostazioni di legante con conseguenti variazioni della tara.

Il tempo di miscelazione nella mescolatrice fissa non deve essere inferiore ad un minuto calcolato alla fine del carico di tutti i componenti.

Le mescolatrici fisse devono essere dotate di dispositivi che permettano il controllo del tempo di impasto o del numero di giri compiuti dal contenitore, e da un dispositivo che permetta il rilevamento della potenza assorbita dal motore con conseguente riferimento alla consistenza dell'impasto.

Esse dovranno essere conservate prive di incrostazioni apprezzabili. L'usura massima tollerabile per le pale è del 10%, in altezza di lama, misurata nel punto di maggior diametro del tamburo.

La Direzione dei Lavori potrà consentire, per getti di piccolo volume, che la mescolazione del conglomerato venga effettuata con betoniere non centralizzate ovvero con autobetoniere purché venga garantita la costanza del proporzionamento dell'impasto.

Nel caso di impiego di autobetoniere la durata della mescolazione deve corrispondere a 50 giri del contenitore, alla velocità di mescolazione dichiarata dalla casa costruttrice. Tale mescolazione va effettuata direttamente in centrale prima di iniziare il trasporto, ad automezzo fermo.

Le autobetoniere devono essere dotate di un dispositivo di misura del volume d'acqua, eventualmente aggiunto, con la precisione del 5% e di un dispositivo che rilevi la coppia di rotazione del tamburo.

In ogni caso l'impasto deve risultare omogeneo e lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o alla superficie dei manufatti).

#### **2.9.5.9 Posa in opera**

I getti possono essere iniziati solo dopo che la Direzione dei Lavori abbia verificato gli scavi, le casseforme e le armature metalliche e prestabilite le posizioni e le norme per l'esecuzione delle riprese di getto.

La messa in opera del conglomerato deve avvenire in maniera tale che il calcestruzzo conservi la sua uniformità, evitando la segregazione dei componenti, curando che non vengano inclusi strati di polvere o rifiuti di qualsiasi natura e che il calcestruzzo non venga a contatto con elementi capaci di assorbire acqua senza che questi siano stati adeguatamente bagnati dal getto. È essenziale poi che il getto sia costipato in misura tale che si realizzi la compattezza del calcestruzzo, il riempimento dei casseri e l'avvolgimento delle armature metalliche.

Il calcestruzzo deve essere messo in opera nel più breve tempo possibile dopo la sua confezione e, in ogni caso, prima dell'inizio della presa, stendendolo in strati orizzontali.

Si devono evitare operazioni di getto per caduta libera, per altezze che possano provocare la segregazione dei componenti impiegando invece canalette a superficie liscia e tubi getto.

#### **Per il getto dei pilastri.**



Durante il getto non si deve modificare la consistenza del calcestruzzo con aggiunta di acqua, e si deve altresì evitare ogni perdita della parte più fluida.

Il conglomerato sarà messo in opera a strati di spessore non maggiore di 15 cm qualora costipato a mano, e fino a 50 cm con l'impiego di adatti vibratori. La costipazione a mano è da impiegare solo eccezionalmente e per giustificati motivi.

È raccomandabile la vibrazione superficiale per le solette di spessore inferiore a 20 cm, e per la finitura di tutte le superfici superiori dei getti. Ove vengano applicati i vibratori ai casseri si devono rinforzare opportunamente le casseforme stesse.

Dovrà essere assolutamente evitata la segregazione dei componenti del conglomerato; per questo esso dovrà essere sufficientemente consistente, e si dovrà evitare anche un'applicazione troppo prolungata delle vibrazioni.

I vibratori ad immersione devono essere immersi nel getto e ritirati evitando la formazione di disuniformità nel getto.

Lo spessore dello strato sottoposto a vibrazione e la distanza reciproca dei punti di immersione devono essere scelti in funzione della potenza del vibratore.

I raggio d'azione rilevato sperimentalmente caso per caso, deve venire indicato nel Giornale dei Lavori.

Le superfici dei getti, dopo la sformatura, devono risultare lisce e piane, senza gobbosità, incavi, cavernosità, sbavature o irregolarità così da non richiedere alcun tipo di intonaco, nè spianamenti o rinzaffi.

Le casseforme devono essere preferibilmente metalliche, oppure di legno rivestite di lamiera: possono essere tuttavia consentite casseforme di legno non rivestito, purché il tavolame e le relative fasciature e puntellazioni siano tali da poter ottenere i risultati suddetti.

Le interruzioni e le riprese dei getti devono essere possibilmente previste in fase di progetto e conformate in modo che le superfici di interruzione risultino all'incirca perpendicolari alle isostatiche di compressione; in ogni caso dovranno essere decise ed eseguite sotto la vigilanza del Direttore dei Lavori, con tutti gli accorgimenti atti ad assicurare la realizzazione della monoliticità delle strutture.

Tra le successive riprese di getto, non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa deve essere effettuata solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e ripresa con malta dosata a 6 ql di cemento per ogni mc di sabbia senza che ciò dia adito e richieste di oneri supplementari.

A posa ultimata deve essere curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi; il sistema proposto all'uopo dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

Ad ogni modo il calcestruzzo ed i casseri dovranno essere mantenuti umidi e protetti dall'isolamento diretto per almeno 10 giorni.

Comunque, si dovrà fare in modo che la temperatura della massa di calcestruzzo non superi i 35° C, all'inizio della presa, e si mantenga inferiore a 75° C, per tutto il periodo successivo, tenendo presente che la variazione di temperatura non deve superare i 20° /h.

Durante il periodo di stagionatura i getti devono essere riparati dalla possibilità di urti.

L'impiego della stagionatura a vapore deve essere approvato dalla Direzione dei Lavori sulla base di proposte tecniche presentate dall'Impresa senza che essa possa richiedere compenso alcuno.

Nel caso di getto contro terra il terreno a contatto del getto deve essere stabile o adeguatamente stabilizzato e non deve produrre alterazioni della quantità dell'acqua d'impasto. Inoltre non deve presentare in superficie materiale sciolto che potrebbe mescolarsi al calcestruzzo.

Si consiglia un'opportuna preparazione della superficie del terreno (ad esempio con calcestruzzo magro per le fondazioni, calcestruzzo proiettato per gallerie e pozzi, gunite per muri di sostegno). I ricoprimenti delle armature devono essere quelli relativi agli ambienti aggressivi e/o indicate nel progetto esecutivo.

La Direzione dei Lavori potrà richiedere che le strutture di calcestruzzo cementizio vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali di pietra, laterizi o di altri materiali da costruzione (quali quelli termoisolanti); in tal caso i getti devono procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentire l'adattamento e l'ammorsamento del rivestimento.

#### 2.9.5.10 Getti a bassa temperatura

Per i getti invernali in genere dovranno essere osservate le Raccomandations "pour le bétonnage en hiver" stabilite dal sottocomitato della tecnologia del calcestruzzo del RILEM.

Allorquando la temperatura ambiente è inferiore a 2° C, il getto può esser eseguito ove si realizzino condizioni tali che la temperatura del conglomerato non scenda sotto i 5° C. al momento stesso del getto e durante il periodo iniziale dell'indurimento, finchè almeno il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza cubica di 50 kg/cm<sup>2</sup>.

Per ottenere una temperatura del calcestruzzo tale da consentire il getto, si può procedere con uno o più dei seguenti provvedimenti: riscaldamento degli inerti e dell'acqua di impasto, aumento del contenuto di cemento, impiego di cementi ad indurimento più rapido, riscaldamento dell'ambiente di getto.

Qualora venga impiegata acqua calda per l'impasto, questa non dovrà superare la temperatura di 60° C.

Prima del getto le casseforme, le armature e qualunque superficie con la quale il calcestruzzo verrà in contatto devono essere ripulite da eventuale neve e ghiaccio, ed eventualmente preriscaldate ad una temperatura prossima a quella del getto.

#### 2.9.5.11 Getti di acqua

La posa del calcestruzzo deve essere effettuata in modo da eliminare il rischio di dilavamento.

I metodi esecutivi dovranno assicurare l'omogeneità del calcestruzzo ed essere tali che la parte di getto a contatto diretto con l'acqua non sia mescolata alla restante massa di calcestruzzo, mentre la parte eventualmente dilavata oppure carica di fanghiglia, possa essere eliminata con scalpellatura. Pertanto al momento del getto, il calcestruzzo dovrà fluire quale massa compatta affinché lo stesso sia, dopo l'indurimento, il più denso possibile senza costipazione; dovrà essere data la preferenza a composizioni

granulometriche continue; occorre che venga tenuto particolarmente in considerazione il contenuto di materiale fine.

Nel caso di getto eseguito con benna entro tubazioni in pressione con rifluimento dal basso, si dovrà procedere in modo che la massa del calcestruzzo sposti l'acqua lasciando possibilmente costante la superficie di calcestruzzo venuto originariamente a contatto con l'acqua stessa.

Non sono consentiti getti diretti in acque aggressive, in specie se con sensibile acidità.

#### 2.9.5.12 Conglomerati cementizi preconfezionati

È ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purché rispondenti in tutto alle caratteristiche generali qui prescritte per i calcestruzzi, e inoltre qualora non in contrasto in quelle alle Norme UNI 7163-72 e successivi aggiornamenti.

L'Impresa resta l'unica responsabile nei confronti della Stazione Appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme sia per i materiali (inerti e leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.

L'Impresa inoltre assume l'obbligo di consentire che il personale della Committente, addetto alla vigilanza ed alla Direzione dei Lavori, abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Impresa i rilievi ed i controlli dei materiali previsti nei paragrafi precedenti.

#### 2.9.5.13 Casseforme e disarmo

Le impalcature di sostegno dei getti di calcestruzzo devono avere una rigidità sufficiente per sopportare, senza deformazioni nocive, tutte le azioni cui esse sono sottoposte durante l'esecuzione dei lavori.

In particolare si richiama l'attenzione sul pericolo di instabilità delle impalcature di sostegno, sulle pressioni localizzate agli appoggi, sulla qualità del terreno di fondazione, in specie in periodo di sgelo.

I casseri devono soddisfare alle condizioni di impermeabilità ed ai limiti di tolleranza definiti dal progetto esecutivo o indicati dalle normative specifiche, nonché presentare lo stato superficiale desiderato. I casseri devono avere una rigidità sufficiente per sopportare, senza deformazioni nocive, tutte le azioni che si generano durante l'esecuzione dei lavori ed in particolare le spinte del calcestruzzo fresco e le azioni prodotte dal suo costipamento.

Comunque, salvo prescrizioni più restrittive, si consente che le deformazioni dei casseri siano tali da permettere variazioni dello spessore dei getti non superiore al 2%.

I casseri devono rispettare le controfrecce stabilite dal progetto esecutivo, per assicurare la forma corretta e definitiva delle opere, tenuto conto di tutti gli effetti (di carattere istantaneo o differito nel tempo) che tendono a farle variare.

Inoltre non devono impedire le deformazioni proprie del calcestruzzo (ritiro, deformazioni elastiche e viscosi), il regolare funzionamento dei giunti e delle unioni e nelle strutture precomprese le deformazioni conseguenti alla messa

in tensione delle armature.

I casseri devono essere costruiti in maniera tale da permettere agevolmente la pulizia prima del getto e non ostacolare la corretta messa in opera del calcestruzzo.

A quest'ultimo scopo devono presentare i necessari accorgimenti (smussi, sfiati o simili) atti a favorire la fuoriuscita dell'aria durante le operazioni di getto e costipamento e consentire quindi un perfetto riempimento.

Prima dell'impiego dei casseri, si deve controllare che la geometria non sia variata per cause accidentali, in particolare per effetti termici.

Prima del getto, i casseri devono essere ripuliti in maniera da eliminare polvere o detriti di qualsiasi natura e abbondantemente bagnati, se realizzati con materiali assorbenti l'acqua. Inoltre, è consigliabile trattare i casseri con prodotti che agevolino la scasseratura. Questi prodotti non devono lasciare tracce indesiderate sulla superficie del calcestruzzo e devono permettere la ripresa dei getti e l'eventuale applicazione di ricoprimenti o rivestimenti.

Quando la portata delle membrature principali oltrepassi i 6 m, si disporranno opportuni apparecchi di disarmo.

Nei casseri dei pilastri si lascerà uno sportello al piede per consentire la pulizia alla base; dovrà assicurarsi un'efficace ripresa e continuità di getto mantenendo bagnato il getto preesistente per almeno due ore, e mediante inserimento di un sottile strato di malta cementizia all'inizio delle operazioni di getto.

**Il getto dei pilastri deve avvenire con l'impiego di un tubo di guida del calcestruzzo alla superficie del getto, in ogni caso non per caduta da un'altezza superiore a 1 mt.**

Nessuna opera di conglomerato armato dovrà essere assoggettata a passaggio diretto degli operai e mezzi d'opera o comunque caricata prima che abbia raggiunto un grado di maturazione sufficiente a giudizio della Direzione dei Lavori.

Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei Lavori, che utilizzerà a tale riguardo, prove non distruttive del conglomerato, e verrà riportata nel Giornale dei Lavori (tali prove saranno a carico dell'Impresa).

Ciò va riferito in particolar modo alle opere che durante la costruzione fossero colpite dal gelo.

Per le opere di notevole portata e di grandi dimensioni come pure quelle destinate a coperture, che dopo il disarmo possono trovarsi subito alla maggior parte del carico di progetto, sarà opportuno che venga indicato nel progetto il tempo minimo di maturazione per il disarmo, ferma restando la necessità del controllo suddetto.

#### **2.9.5.14 Armature metalliche**

Come per i calcestruzzi il progetto deve avere particolare cura nella valutazione e poi scelta di tutti quei particolari che buona parte rientrano nella realizzazione di opere che devono possedere ottime caratteristiche di durata nel tempo. Per questo motivo in ambienti particolarmente aggressivi e fermi restando i riferimenti alla normativa specifica si impone l'utilizzo di barre di armatura in acciaio inossidabile del tipo resistente alle aggressioni.

Oltre alla legislazione italiana in vigore, e in quanto non meno restrittive, dovranno osservarsi come obblighi, le raccomandazioni ed i consigli del Comité Européen du Béton (Raccomandazioni internazionali per il calcolo e l'esecuzione delle opere di cemento armato normale e precompresso, edizione 1972 o eventuale nuova edizione più recente).

Per le barre tonde lisce di acciaio Fe B 22 K e FE B 32 K, ogni partita di barre sarà sottoposta a controllo in cantiere.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio con l'Impresa e inviati a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Impresa ad un laboratorio ufficiale per esservi provati, sempre a spese dell'Impresa.

**La Direzione dei Lavori darà il benestare per la posa in opera di ciascuna partita soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo. Nel caso di esito negativo si procederà come è indicato nelle norme regolamentari.**

Per le barre ad aderenza migliorata di acciai Fe B 38 K e Fe B 44 K non controllate in stabilimento, si procederà al controllo in cantiere con le stesse modalità, oneri e prescrizioni di cui al tipo precedente.

Uguale controllo sarà effettuato dalla Direzione dei Lavori con prelevamento in cantiere, sulle barre controllate in stabilimento ai sensi delle vigenti normative.

Le armature metalliche dovranno essere fissate nella posizione progettata con legature di filo di ferro agli incroci di tutte le barre e distanziatori che garantiscono la conservazione degli intervalli fra gli strati di barre e le loro distanze dai casseri.

Le legature saranno sempre doppie a fili incrociati e fortemente ritorti per la messa in tensione; non è quindi ammessa la legatura con un semplice filo posto in diagonale abbracciante i due tondi con un solo anello.

Il distanziamento degli strati di barre sovrapposte sarà ottenuto con spezzoni di tondino di diametro opportuno. Anche detti distanziatori dovranno essere legati con le barre.

L'immobilità delle armature durante il getto deve essere garantita nel modo più assoluto. La Direzione dei Lavori procederà senz'altro alla sospensione dei getti ed alla demolizione di quanto già gettato quando dovesse constatare spostamenti o anche solo possibilità di spostamenti rilevanti degli elementi di armatura metallica.

Le barre sporche, unte o notevolmente arrugginite, devono essere accuratamente pulite prima della collocazione in opera; non debbono essere piegate a caldo.

Le barre sollecitate a trazione saranno ancorate in zona compressa o almeno allontanate dal lembo teso presso cui eventualmente dovessero correre.

Fra gli elementi prevalentemente tesi non è ammissibile la giunzione per sovrapposizione, come pure nelle pareti dei serbatoi.

#### **2.9.5.15 Controlli e prove**

La Direzione dei Lavori preleverà i campioni di materiali e di conglomerato cementizio per sottoporli ad esami e prove di laboratorio con frequenza non inferiore a quella prevista dal D.M. LL.PP. 09 gennaio 1996.

I controlli sui conglomerati cementizi, prelevati con le modalità indicate nei punti 2 e 2.2. delle norme UNI 6126-72 saranno i seguenti:

1° per la consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nell'appendice E delle norme UNI 716372;

2° per il dosaggio del cemento, da eseguire su calcestruzzo fresco, in base a quanto stabilito nelle norme UNI 6393-72 639469 (poichè di regola tale determinazione deve essere eseguita entro 30 minuti dall'impasto, occorre attenzione particolare nella scelta del luogo di esecuzione)

3° sul conglomerato cementizio confezionato in cubetti da sottoporre a prove per la determinazione della resistenza caratteristica secondo quanto riportato nel D.M. LL.PP. 09 gennaio 1996 ed in particolare sulla base delle norme UNI 6127 per la preparazione e stagionatura dei provini, UNI 6130 per la forma e dimensione degli stessi e le relative casseforme e UNI 6132 per la determinazione propria della resistenza e compressione;

4° La Direzione dei Lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio, con decisione motivata, anche da strutture già realizzate e stagionate, mediante carotaggi. Per tali prelievi ogni onere è a totale carico dell'Impresa.

#### 2.9.5.16 Collaudo

Le operazioni di collaudo comprendono il controllo del grado di sicurezza inserito nelle operazioni di progetto, da effettuare con verifiche delle ipotesi, della corrispondenza con i dati del progetto, l'esecuzione delle prove di carico e ogni altra indagine che il Collaudatore ritenga necessaria.

Le opere non possono essere poste in servizio prima che siano state assoggettate a prove di carico, qualora la Committente o il Collaudatore lo ritenga necessario. Le prove di carico non possono avere luogo prima che sia stata raggiunta la resistenza che caratterizza la classe di conglomerato prevista. Il loro programma dovrà essere sottoposto al Direttore dei Lavori ed al progettista, e notificato al Costruttore.

Le prove di carico si svolgeranno con le modalità indicate dal Collaudatore, e con gli appostamenti e le norme di sicurezza decise dal Direttore dei Lavori che assumerà la responsabilità delle operazioni.

I carichi di prova saranno di regola quelli di progetto e la durata di applicazione degli stessi non sarà inferiore a 24 ore salvo diversa disposizione impartita dalla Committente o dal D.L. o dal Collaudatore.

Di ogni prova di carico sarà redatto un certificato che sarà sottoscritto dal Collaudatore, dal Direttore dei Lavori e dal Costruttore.

Il Collaudatore ai sensi delle vigenti disposizioni sarà nominato dalla Committente all'atto della presentazione della denuncia al Genio Civile.

La lettura degli apparecchi di misura, sia sotto carico che allo scarico, sarà proseguita fino a valore praticamente costante (salvo l'influenza degli effetti termici)

L'esito della prova sarà ritenuto soddisfacente quando:

- nel corso dell'esperimento non si siano prodotte lesioni o dissesti che compromettano la sicurezza e la conservazione dell'opera;

- la freccia permanente dopo la prima applicazione del carico massimo non superi 1/4 di quella totale, ovvero, nel caso che tale limite venga superato, prove di carico successive accertino che la struttura è in grado di raggiungere un buon comportamento elastico.

L'onere di tutte le prove suddette è a totale carico dell'Impresa. Sono escluse le prove su prototipi.

## **2.10 STRUTTURE PORTANTI DI CARPENTERIA METALLICA**

### **2.10.1 Progetto delle strutture**

Il progetto delle strutture in acciaio costituenti parte della intelaiatura principale dell'opera appaltata verrà fornita dal Committente completo dei calcoli di stabilità e disegni particolareggiati, con tutti gli oneri riportati nel punto 2.9.5.1. e secondo la normativa di riferimento riportata al punto 2.9.1.

Resta comunque onere del costruttore delle strutture in acciaio tradurre i tipi di progetto in disegni particolareggiati d'officina, e di presentarli entro 30 gg. dalla data della firma del contratto alla Direzione Lavori.

### **2.10.2 Qualità**

#### **2.10.2.1 Stato di conservazione degli acciai**

I materiali devono essere nuovi ed esenti da difetti palesi ed occulti.

#### **2.10.2.2 Prove e certificati di collaudo degli acciai**

L'Appaltatore deve presentare al Committente copia dei certificati di origine degli acciai ai sensi delle vigenti disposizioni sia per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche e chimiche che il metodo di fabbricazione; la documentazione deve essere atta a provare i requisiti richiesti della normative vigenti.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche, si rimanda alle vigenti disposizioni con particolare riguardo alle Norme UNI sia per quanto riguarda il numero dei saggi da prelevare che per le modalità di prelievo e di prove.

Le analisi chimiche devono essere eseguite conformemente al D.M. LL.PP.09/01/1996.

In mancanza di una esplicita dichiarazione del produttore, per verificare che l'acciaio non sia effervescente deve essere effettuata la prova Baumann, secondo UNI 3652-65.

#### **2.10.2.3 Acciai laminati da costruzione**

Devono essere impiegati in generale acciai definiti nelle Norme Tecniche del D.M. 09/01/1996

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo), dovranno appartenere a uno dei seguenti tipi:

Fe 360	(Fe 37)
Fe 430	(Fe 44)
Fe 510	(Fe 52)

#### 2.10.2.4 Acciai laminati per strutture saldate:

Gli acciai impiegati devono avere una composizione chimica contenuta entro i limiti prescritti dalle Norme Tecniche del D.M. 09.01.1996

#### 2.10.2.5 Bulloni

I bulloni normali (conformi per le caratteristiche dimensioni alle UNI 5727, UNI 5592 e UNI 5591) e quelli ad alta resistenza (conformi alle caratteristiche di cui al prospetto 2.III) devono appartenere alle sottoindicate classi della UNI 3740, associate nel modo indicato nel prospetto 2.II.

Prospetto 2-II

Vite	4.6	5.6	6.6	8.8	10.9
Dado	4A	5D	5S	6S	8G

#### 2.10.2.6 Bulloni per giunzioni ed attrito

I bulloni per giunzioni ed attrito devono essere conformi alle prescrizioni del prospetto 2-III.

Viti e dadi devono essere associati come indicati nel prospetto 2-II.

Prospetto 2-III

Elemento	Materiale	Unificazione
Viti	8.8	secondo UNI 3740/3a UNI 5712.
	10.9	
	6S	
Dadi	secondo UNI 3740/4a	UNI 5713
	8G	
Rosette		Acciaio C50 UNI 7845
Piastrine	Temperato e rinvenuto HRC 32÷40	NI 5714
	Acciaio C50 UNI 7845	UNI 5715
	Temperato e rinvenuto HRC 32÷40	

### 2.10.3 Costruzione delle strutture in acciaio

#### 2.10.3.1 Marcatura dei materiali

Tutti i prodotti di laminazione a piazze devono essere contraddistinti con vernice rossa se si tratta di acciaio tipo Fe 360, con vernice azzurra se di tipo Fe 430, con vernice gialla se di tipo Fe 510.

Nelle officine e nei cantieri, i luoghi di deposito dei materiali dei tre tipi devono essere separati.

#### 2.10.3.2 Raddrizzamento

Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti con dispositivi agenti per pressione.



#### 2.10.3.3 Tagli e foratura

Le superfici dei tagli possono restare grezze, purché non presentino strappi, riprese, mancanze di materiale o bavatura.

È ammesso il taglio ad ossigeno purché regolare. I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice.

La rettifica dei bordi delle lamiere e dei larghi piatti deve essere effettuata mediante rifilatura.

#### 2.10.3.4 Forature

I fori per i chiodi e bulloni devono essere preferibilmente eseguiti col trapano od anche col punzone purché successivamente alesati; non sono ammesse deroghe quando si abbiano sollecitazioni a fatica o dinamiche.

Per chiodature o bullonature di ordinaria importanza statica e fino a spessori di 10 mm, è ammessa la punzonatura dei fori al diametro definitivo, senza allargamento ulteriore, purché la punzonatura venga opportunamente eseguita e controllata, particolarmente al fine di evitare la formazione di cricche o bavature. Nella punzonatrice il diametro della matrice deve superare al massimo di 2 mm. il diametro del punzone.

Quando sia previsto l'ulteriore allargamento dei fori, la base maggiore del vano tronco conico creato col punzone avrà diametro di almeno 3 mm inferiore a quello del diametro del foro definitivo, e questo deve essere poi ottenuto allargando il foro col trapano o con l'alesatore.

È vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione di fori per chiodi e bulloni.

Gli elementi destinati a comporre una stessa membratura possono essere forati singolarmente. L'alesatura dei fori deve essere però eseguita sempre con un'unica operazione per tutti gli elementi, a tale scopo ammorsati nella giusta posizione, previa asportazione delle bavature dei fori.

Per i fori di chiodi o bulloni destinati agli attacchi terminali delle membrature, si deve prevedere l'alesatura o la foratura diretta col trapano al diametro definitivo con un'unica operazione ed effettuando in officina gli opportuni premontaggi.

Si può derogare alla prescrizione, quando i fori vengono trapanati o alesati su appropriate maschere metalliche o con accorgimenti equivalenti.

#### 2.10.3.5 Unioni bullonate

Le viti, i dadi e le rosette devono portare, in rilievo o impresso, il marchio del fabbricante e la classe.

Nei giunti flangiati devono essere particolarmente curati la planarità ed il parallelismo delle superfici di contatto.

Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata; tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di più cinque per mille.

Il valore della coppia di serraggio  $M_s$ , da applicare sul dado o sulla testa del bullone, deve essere quella indicata nelle Norme Tecniche D.M. 09/1/1996 e dalle Norme CNR UNI vigenti all'atto dell'esecuzione.

Durante il serraggio è opportuno procedere come segue:

- a) serrare i bulloni, con una coppia pari circa al 60% della coppia prescritta, iniziando dai bulloni più interni del giunto e procedendo verso quelli più esterni;
- b) ripetere l'operazione, come più sopra detto, serrando completamente i bulloni.

#### 2.10.3.6 Modalità esecutive per le unioni ad attrito.

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive cioè di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.

Di regola la pulitura deve essere eseguita con sabbiatura; è ammessa la semplice spazzolatura delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera.

Le giunzioni calcolate con  $\mu = 0,45$  devono essere sabbiate a metallo bianco.

I bulloni devono essere montati in opera con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso verso la testa) e una rosetta sotto il dado (smusso verso il dado).

I pezzi destinati a essere chiodati o bullonati in opera devono essere marcati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'alesatura dei fori.

L'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione.

#### 2.10.3.7 Unioni saldate

Procedimenti di saldatura.

Possono essere impiegati i seguenti procedimenti:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas protettore ( $\text{CO}_2$  o su miscele), esclusa per Fe 52.

Elettrodi.

Per la saldatura manuale ad arco devono essere impiegati elettrodi omologati secondo UNI 5132, adatti al materiale di base:

- per l'acciaio tipo 1 devono essere del tipo E 44 di classe di qualità 2, 3 o 4; su spessori maggiori di 30 mm o temperature di esercizio minore di 0 gradi °C sono ammessi solo elettrodi di classe 4B;
- per l'acciaio tipo 2 devono essere impiegati elettrodi tipo E 52 di classe di qualità 1 o 4; nel caso di spessori maggiori di 20 mm. o temperature di esercizio di 0 gradi °C sono ammessi elettrodi di classe 4B.

Per gli altri procedimenti di saldatura si devono impiegare i fili, i flussi (o i gas) e la tecnica esecutiva usata per le prove di qualifica del procedimento di cui al punto seguente.

Gli elettrodi devono essere usati con il tipo di corrente (continua o alternata) e di polarità per cui sono stati omologati.

Devono altresì essere adottate tutte le precauzioni prescritte dal produttore degli elettrodi con particolare riguardo alla conservazione all'asciutto e, in generale, alla preessiccazione importante quando si saldino grossi spessori o acciaio tipo 2.

Il diametro dell'anima degli elettrodi rivestiti, per saldatura manuale, usati nella saldatura di un giunto, deve essere fissato in relazione allo spessore, al tipo di giunto ed alla posizione della passata nel giunto; in generale deve essere non maggiore di 6 mm. per saldatura verticale.

#### 2.10.3.8 Prove di qualifica dei procedimenti di saldatura

L'impiego di elettrodi omologati secondo UNI 5132 esime da ogni prova di qualifica del procedimento.

Per l'impiego degli altri procedimenti di saldatura (arco sommerso o sotto gas protettivo) occorre eseguire prove preliminari di qualifica intese ad accertare:

- l'attitudine ad eseguire i principali tipi di giunto previsti nella struttura ottenendo giunti corretti sia per aspetto esterno che per assenza di sensibili difetti interni, da accertare radiograficamente e con prove di rottura sul giunto;
- la resistenza a trazione su giunti a testa, mediante provette trasversali al giunto, resistenza che deve risultare non inferiore a quella del materiale di base;
- la capacità di deformazione del giunto mediante provette di piega trasversali che dovranno potersi impiegare a 180 gradi °C su mandrino pari a 3 volte lo spessore per l'acciaio tipo 1, e a 4 volte per l'acciaio tipo 2;
- la resilienza su provette intagliate a V secondo UNI 4713 ricavata trasversalmente al giunto saldato, resilienza che deve essere verificata a + 20 gradi °C se la struttura deve essere impiegata a temperatura maggiore o uguale a 0 gradi °C, a 0 gradi °C nel caso di temperature minori.

I provini per le prove di trazione, di piega, di resilienza ed eventualmente per altre prove meccaniche se ritenute necessarie, devono essere ricavati da saggi testa a testa saldati; saranno scelti gli spessori più significativi della struttura a questo scopo.

Con ogni procedimento di saldatura la durezza HV 30 nella zona termicamente alterata del metallo base non deve eccedere il valore di 350; quando la necessità di spessore o di temperatura ambiente lo richiedano occorrerà applicare un opportuno preriscaldamento.

#### 2.10.3.9 Preriscaldamento

In tutti i casi in cui lo spessore eccede certi limiti è necessario preriscaldare localmente la parte su cui si salda; la temperatura deve essere adeguata al procedimento che si impiega e comunque non inferiore a quanto precisato nella seguente tabella:

---

Procedimento ad arco sommerso	Procedimenti con elettrodi
con saldatura sotto gas protettivo e con elettrodi basici	a rivestimento non basico

20 < s ≤ 40	20°	70°
40 < s ≤ 60	70°	100°
> 60	100°	150°

Procedimento ad arco sommerso	Procedimenti con elettrodi con saldatura sotto gas protettivo e con elettrodi basici	a rivestimento non basico
20 < s ≤ 40	20°	70°
40 < s ≤ 60	70°	100°
> 60	100°	150°

Se la temperatura scende al disotto di 5 gradi i pezzi dovranno essere preriscaldati comunque ad almeno 50 gradi.

Qualora sui pezzi siano presenti tracce di umidità deve comunque essere dato ad essi l'apporto di calore necessario per eliminarla.

#### 2.10.3.10 Qualifica dei saldatori

Sia in officina che in cantiere, le saldature da effettuare con elettrodi rivestiti devono essere eseguite da operai che abbiano superato le prove di qualifica indicate nella UNI 4634 per la classe relativa al tipo di elettrodo ed alle posizioni di saldatura previste.

Nel caso di costruzioni tubolari si fa riferimento anche alla UNI 4633 per quanto riguarda i giunti di testa.

Le saldature da effettuare con altri procedimenti devono essere eseguite da operai sufficientemente addestrati all'uso delle apparecchiature relative e al rispetto delle condizioni operative stabilite in sede di approvazione del procedimento.

#### 2.10.3.11 Classi delle saldature

Giunti testa a testa.

Si distinguono due classi di giunti:

1° classe: comprende i giunti effettuati con elettrodi di qualità 3 o 4 secondo UNI 5132 o con gli altri procedimenti qualificati di saldatura indicati al paragrafo 7 e realizzati con accurata eliminazione di ogni difetto al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura. Tali giunti devono inoltre soddisfare ovunque l'esame radiografico con i risultati richiesti per la radiografia di qualità prima e seconda della collezione di radiografie pubblicata dall'I.I.W. (International Institute of Welding). L'aspetto della saldatura dovrà essere ragionevolmente regolare e non presentare bruschi disavviamenti col metallo base.

2° classe: comprende i giunti effettuati con elettrodi di qualità 2, 3 o 4 secondo UNI 5132 e con gli altri procedimenti qualificati di saldatura indicati al paragrafo 7 e realizzati egualmente con eliminazione dei difetti al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura, ma che non vengono ritenuti idonei a superare ovunque l'esame radiografico con i risultati richiesti per la prima classe. Comunque i difetti ed estensione, contenuti entro ragionevoli limiti di accettabilità, e i giunti devono essere esenti da incrinature o

da sensibili mancanze di penetrazione. L'aspetto della saldatura dovrà essere regolare e non presentare bruschi disavviamenti col materiale base.

#### 2.10.3.12 Giunti a croce o a T, a completa penetrazione

Si distinguono anch'essi in due classi:

1° classe: comprende i giunti effettuati con elettrodi aventi caratteristiche di qualità 3 o 4 secondo UNI 5132 o con altri procedimenti qualificati di saldatura indicati al paragrafo 7 e realizzati con accurata eliminazione di ogni difetto al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura. Tali giunti devono inoltre soddisfare ovunque l'esame radiografico con i risultati richiesti per le radiografie di qualità prima e seconda della collezione di radiografie pubblicata dall' I.I.W. (International Institute of Welding) o da un esame con ultrasuoni che accerti la presenza di difetti non maggiori di quelli ammessi per le radiografie.

#### 2.10.3.13 Giunti con cordone d'angolo

Questi giunti effettuati con elettrodi aventi caratteristiche di qualità 2, 3 o 4 secondo UNI 5132 o con altri procedimenti indicati al paragrafo 7, devono essere considerati come appartenenti ad un'unica classe caratterizzata da una ragionevole assenza di difetti interni e da assenza di incrinature interne o di cricche da strappo sui lembi dei cordoni.

#### 2.10.3.14 Tecnica esecutiva

Devono essere adottate le sequenze di saldatura e le condizioni di vincolo più opportune, al fine di ridurre per quanto possibile le tensioni residue da saldatura e facilitare l'esecuzione dei giunti saldati; devono essere osservate anche le prescrizioni che verranno stabilite per il preriscaldamento locale in relazione agli spessori, ai tipi di acciaio ed alla temperatura ambiente durante la costruzione.

La superficie di ogni passata deve essere liberata dalla scoria prima che vengano effettuate le passate successive; egualmente la scoria deve essere localmente asportata in corrispondenza delle riprese di una medesima passata.

Nella saldatura manuale si deve evitare l'accensione degli elettrodi sulle lamiere accanto al giunto.

Le estremità dei cordoni di saldatura dei giunti di testa, nella saldatura automatica e semiautomatica devono essere fatte su prolunghe; nel caso di saldatura manuale ciò deve essere fatto almeno per i giunti di 1a classe.

Nei giunti di testa ed in quelli a T a completa penetrazione, effettuati con saldatura manuale, il vertice della saldatura deve essere sempre asportato, per la profondità richiesta per raggiungere il metallo perfettamente sano, a mezzo di scalpellatura, smerigliatura o altro adeguato sistema, prima di effettuare la seconda saldatura (nel caso di saldature effettuate dai due lati) o la ripresa.

Qualora ciò non sia assolutamente possibile, si deve far ricorso alla preparazione a V con piatto di sostegno, che è peraltro sconsigliata nel caso di strutture sollecitate a fatica, o alla saldatura effettuata da saldatori specializzati secondo UNI 4634 o, nel caso di strutture tubolari, di classe TT secondo UNI 4633.

La parte da saldare deve essere protetta dalle intemperie; in particolare quando viene fatto uso di saldatura con protezione di gas dovranno essere adottati schermi efficaci di protezione contro il vento.

#### 2.10.3.15 Penetrazione dei lembi

La preparazione dei lembi da saldare deve essere effettuata mediante macchina utensile, smerigliatrice od ossitaglio automatico e dovrà risultare regolare e ben liscia.

L'ossitaglio a mano può essere accettato solo se un'adeguata successiva ripassatura alla smerigliatrice avrà perfettamente regolarizzato l'asperità del taglio.

I lembi, al momento della saldatura, devono essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità.

La distanza dei lembi dei giunti di testa e dei giunti a T a completa penetrazione deve essere secondo UNI 11001. Nei giunti a T con cordoni d'angolo i pezzi devono essere a contatto; è tollerato un gioco massimo di 3 mm. per spessori maggiori di 10 mm., da ridurre adeguatamente per spessori minimi o per casi particolari.

Il disallineamento dei lembi deve essere maggiore di 1/8 dello spessore con un massimo di 1,5 mm; nel caso di saldatura manuale ripresa al vertice, si può tollerare un disallineamento di entità doppia.

#### 2.10.3.16 Travi composte saldate

Sequenza della saldatura.

Le saldature delle piattebande devono essere effettuate prima della saldatura dell'anima o contemporaneamente ad essa con sequenza opportuna delle passate.

Le saldature di collegamento fra anima e piattabanda devono essere completate dopo l'effettuazione sia dei giunti della piattabanda che di quello dell'anima.

Incroci di saldature

Negli elementi di travi composte che dovranno essere collegate fra loro con saldatura, si deve aver cura di arrestare la saldatura anima-piattabanda ad almeno 200 mm. di distanza dal lembo saldato testa a testa.

Qualora non siano presenti aperture sull'anima in corrispondenza dei giunti delle piattebande, si provvederà ad effettuare per il collegamento anima-piattebande, per una zona di almeno 100 mm. a cavallo del giunto, una preparazione a K con spalla zero, qualora una simile preparazione non sia già prevista per tutto il collegamento anima-piattabanda. La preparazione a K deve essere successivamente aggiustata in corrispondenza della parte smussata che permette l'esecuzione di un giunto anima-piattabanda a completa penetrazione.

Nel caso di travi sollecitate a fatica, detta soluzione è preferibile all'apertura di una lunetta permanente nell'anima in corrispondenza del giunto delle piattebande. Inoltre nel caso di travi sollecitate a fatica le estremità delle saldature devono essere portate fuori del giunto mediante opportuni pezzotti di estremità da asportare a termine della saldatura. L'impiego di tale tecnica per le travi più importanti è richiesto anche se esse sono soggette solo a carichi statici.

Estremità delle saldature

Le estremità del giunto dell'anima devono essere preparate con particolarissima cura ed in corrispondenza di esse il lembo tra anima e piattabanda deve essere successivamente preparato a K in

modo da asportare il difetto di estremità del giunto stesso e dare la possibilità di effettuare un giunto a completa penetrazione fra anima e piattabanda.

#### 2.10.3.17 Unioni per contatto

Le superfici di contatto devono essere convenientemente piane e ortogonali all'asse delle membrature collegate.

Le membrature senza flange di estremità devono avere superfici di contatto lavorate con la pialla, la limatrice, la fresa o la mola.

Per le membrature munite di flange di estremità si devono distinguere i seguenti casi:

1 per flange di spessore inferiore o uguale a 50 mm. è sufficiente, se necessario, la pianatura alla pressa o con sistema equivalente;

2 per flange di spessore compreso tra i 50 e i 100 mm., quando non sia possibile un'accurata spianatura alla pressa, è necessario procedere alla piallatura o alla fresatura delle superfici di appoggio;

3 per flange di spessore maggiore di 100 mm. le superfici di contatto devono sempre essere lavorate alla pialla o alla fresa.

#### Controlli

Per i controlli sul serraggio dei bulloni e sulle saldature, oltre a quanto già precisato, si rimanda ai paragrafi precedenti.

#### Premontaggi

Per strutture particolarmente complesse, ad insindacabile giudizio della D.L., è necessario il montaggio provvisorio in officina prima della spedizione a piè d'opera: in tal caso il montaggio può essere effettuato anche in più riprese, purché in tali montaggi siano controllati tutti i collegamenti.

Nel caso di strutture complesse costruite in serie è sufficiente il montaggio di prova del solo campione, purché la foratura si esegua con maschera o con procedimenti equivalenti.

### **2.10.4 Montaggio delle strutture in acciaio**

Il montaggio dei vari elementi di struttura in acciaio deve avvenire secondo i migliori criteri tecnici ed in osservanza di quanto prescritto dal D.M. 09/01/96 e dalle vigenti leggi e norme infortunistiche; in particolare l'Impresa dovrà aver cura:

- di attenersi scrupolosamente ai disegni esecutivi;
- di controllare il rispetto delle prescritte tolleranze dimensionali;
- di verificare prima della posa in opera che i vari profilati siano completi dei previsti trattamenti di protezione alla corrosione.

Nella sequenza delle varie operazioni di montaggio si dovranno prendere i tempi di presa dei corpi irrigidenti in calcestruzzo armato cui è affidata la funzione di controvenatura per azioni orizzontali trasmesse dai solai, resi questi solidali alla struttura in acciaio a mezzo di opportuni connettori.

Le azioni trasmesse dai detti solai saranno calcolate disgiuntamente alla presenza in fase di montaggio delle controventature orizzontali in profilati metallici.

#### 2.10.4.1 Tracciamenti

I tracciamenti devono essere eseguiti dal Fornitore o Appaltatore sotto la propria responsabilità, mentre il Committente si riserva il diritto di verificarli in qualsiasi momento. Il Committente deve fornire i capisaldi di riferimento.

#### 2.10.4.2 Tolleranze

Le tolleranze sull'opera finita devono corrispondere alle migliori regole costruttive tenuto conto della funzionalità dell'opera.

#### 2.10.4.3 Colonne

L'eccentricità delle colonne non deve superare i 1/1000 dell'altezza, ferme restando le limitazioni degli scartamenti delle vie di corsa.

#### 2.10.4.4 Sigillatura delle piastre di base

È necessario curare che la piastra di base degli apparecchi di appoggio delle colonne appoggi per tutta la superficie sulla struttura attraverso un letto di malta.

Per gli appoggi di maggiore impiego dovrà essere usata malta espansiva, non aggressiva verso i bulloni di ancoraggio.

### **2.10.5 Preparazioni delle superfici dall'ossidazione**

#### 2.10.5.1 Generalità

In genere le strutture devono ricevere una prima mano di fondo prima delle spedizioni. Fanno eccezione:

- le superfici interessate dalle unioni di attrito;
- le parti destinate ad essere incorporate in c.a.

#### 2.10.5.2 Preparazione del fondo

La preparazione del fondo, preceduta da un'accurata pulizia dei pezzi, verrà effettuata mediante trattamento con antiruggine zincante a freddo secondo il ciclo descritto:

1) preparazione delle superfici mediante sabbiatura con il grado richiesto dal tipo di pittura successivamente applicata e dalle descrizioni del produttore, tenendo però presente che le carpenterie sono di recente laminazione (grado di arrugginimento A o al massimo B dello Svek Standard); il grado della sabbiatura non dovrà essere inferiore alla SA 2 e 1/2;

2) applicazione di una mano antiruggine primer (successivamente si prevedono due sole mani: una di copertura e una di finitura) che dovrà essere costituito da uno zincante a freddo inorganica a due componenti con le seguenti caratteristiche:



- spessore minimo del film 60 micron;
- resistenza ad una temperatura massima di 250 gradi °C;
- inalterabilità all'esposizione agli agenti esterni in ambiente marino industriale per almeno 5 mesi prima della sovraverniciatura;
- idoneità di essere coperto con pitture a base di: clorocaucciù, resine alchidiche, resine epossidiche, resine viniliche, resine fenoliche, resine poliuretatiche, alluminio per alte temperature, siliconiche.

L'Impresa dovrà indicare l'officina ove i pezzi vengono trattati e sarà facoltà della D.L. accedervi per effettuare i vari controlli sul tipo di prodotto applicato e sulle modalità di esecuzione.

#### 2.10.5.3 Verniciatura a finire

Dopo il montaggio in opera dovranno essere eseguiti i necessari ritocchi alla mano di vernice di fondo data in precedenza e si procederà poi all'applicazione di mani successive di cui al punto seguente.

#### 2.10.5.4 Ulteriori mani di vernice saranno previste come segue:

Per le superfici esterne esposte agli agenti atmosferici e per le superfici interne:

- applicazione di una mano intermedia a base di copolimeri clorovinilici tipo MPM Vinilac 3561;
- ulteriore applicazione di una finitura a base di copolimeri del cloruro di polivinile tipo MPM Vinilac 372 HB;
- una mano di vernice non deve essere applicata finché la precedente non sia completamente essicata. Per facilitare i controlli, le successive mani devono avere diversa intensità di colore;
- la verniciatura in opera deve essere fatta in stagione favorevole, evitando il tempo umido e temperature eccessivamente elevate.

#### 2.10.5.5 Giunti ad attrito

I giunti ad attrito devono essere accuratamente protetti non appena completato il serraggio definitivo verniciando i bordi dei pezzi a contatto, le rosette, la testa ed il dado del bullone, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione nell'interno del giunto.

#### 2.10.5.6 Parti annegate nel getto

Le parti destinate ad essere incorporate nei getti di conglomerato cementizio non devono essere verniciate, bensì accuratamente sgrassate.

### **2.10.6 Controlli**

Controlli del costruttore. Controllo dei materiali

I materiali di costruzione devono essere controllati secondo quanto richiesto dalle vigenti normative.

#### 2.10.6.1 Controllo sulle saldature

Le saldature devono essere controllate a cura dell'Appaltatore, con adeguati procedimenti e non devono presentare difetti quali mancanza di penetrazione, depositi di scorie, cricche di lavorazione, mancanza di continuità ecc. In particolare:

- i giunti di testa delle piattebande devono essere di 1° classe secondo le Norme Tecniche D.M. 09.1.1996 e vanno controllati al 100% con radiografie;
- le saldature correnti d'angolo di unione dell'anima alla piattabanda devono essere sottoposte a controllo magnetoscopico per almeno il 25% dello sviluppo totale.

I controlli eseguiti devono essere contromarcati con punzonature sui pezzi, in modo da consentire la loro identificazione successiva in base alla documentazione da inviare tempestivamente al Committente.

#### 2.10.6.2 Controllo sui bulloni

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- a) si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di 10 gradi il dado;
- b) dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione almeno pari a 60 gradi e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

#### 2.10.6.3 Controllo dimensionale

L'Appaltatore deve eseguire gli opportuni controlli dimensionali sia sui singoli pezzi che sugli elementi premontati.

##### Controlli del Committente

Tutti i materiali e le lavorazioni che formano oggetto del contratto di fornitura o di appalto possono essere ispezionati e sottoposti a verifica da parte della Direzione dei Lavori presso l'officina costruttrice; l'Appaltatore dovrà altresì prestare responsabile assistenza al rappresentante del Committente nello svolgimento della sua attività di ispezione e verifica senza che ciò dia diritto a compensi aggiuntivi.

Se alla verifica alcune parti di fornitura risultano difettose o comunque non efficienti, il Committente ha il diritto di ottenere l'eliminazione dei difetti nel minor tempo possibile, fatto salvo il diritto di respingere la fornitura o di chiedere la riduzione del prezzo.

**L'Appaltatore deve notificare al Committente, a mezzo telegramma, e con almeno 15 giorni di anticipo, la data di approntamento del materiale da verificare.**

In caso di collaudo in opera l'Appaltatore deve dare al Committente tutta la collaborazione e assistenza necessaria in personale, attrezzature, per eseguire il collaudo stesso, e tutto ciò che necessiterà per l'esecuzione delle prove, il cui onere di spesa è a totale carico dell'Appaltatore.

### **2.10.7 Norme particolari per le strutture tubolari smontabili**

Il presente capitolo interessa tutte quelle strutture tubolari meccaniche quali ponteggi, centine per ponti, capannoni, tettoie, piloni, recinzioni ostacoli, impalcature, ecc.

Tutti i tubi ed accessori prima del loro montaggio dovranno essere ben ripuliti da qualsiasi traccia di fango, grasso, malta di cemento, ecc.

Dovranno essere scartati prima del montaggio tutti i tubi deformati, quelli la cui sezione risulti menomata da usura o da altre ingiurie; così pure dovranno essere scartati quei giunti con ganasce incrinatesi o parzialmente rotte, con bulloni con filetto molto usurato o spanato.

### **2.10.8 Collaudo**

#### **2.10.8.1 Nomina e compiti del collaudatore**

Le costruzioni di acciaio devono essere collaudate prima dell'accettazione definitiva. Il collaudo deve essere eseguito da un Ingegnere e o Architetto, iscritto all'Albo Professionale e che non sia intervenuto in alcun modo alla progettazione, direzione ed esecuzione dell'opera.

La nomina del collaudatore sarà fatta dal Committente come previsto dalle vigenti disposizioni e dovrà essere nominato in corso d'opera in modo che partecipi agli esami e agli accertamenti fin dall'inizio dell'esecuzione dell'opera stessa e come previsto dalla Legge.

Il collaudatore ispezionerà l'opera, verificherà la rispondenza di essa al progetto ed alle prescrizioni contrattuali; in particolare prenderà visione dei certificati riguardanti le prove sui materiali e delle eventuali radiografie e dei risultati delle prove di carico eventualmente eseguito in corso d'opera dal Direttore dei Lavori o dalla Committente, con le modalità indicate al successivo paragrafo. A suo criterio le opere saranno assoggettate ad ulteriori prove di carico sempre con le modalità indicate al successivo paragrafo.

#### **2.10.8.2 Prove di carico**

Ove sia il caso, l'esecuzione delle misure di deformazione e tensione sarà demandata a un laboratorio di un Ente Ufficiale qualificato.

Modalità esecutive della prova.

Di regola il carico sull'elemento che si intende provare, sarà materialmente realizzato in conformità delle ipotesi di calcolo.

Sovraccarichi di prova maggiori di quelli di progetto potranno essere applicati solo in accordo col progettista.

E' ammessa peraltro la sostituzione del carico di calcolo con uno o più carichi concentrati equivalenti nei confronti delle tensioni o delle deformazioni massime, a condizione che sia accertato che non ne derivino altrove tensioni maggiori di quella di calcolo.

Se la prova riguarda una trave dell'orditura di un solaio, oltre alla inflessione della trave di cui si tratta, si misureranno quelle delle travi contigue, al fine di valutare la quota di carico di prova effettivamente assorbita dalla trave in esperimento.

Gli strumenti di misura saranno piazzati in numero sufficiente e con le cautele necessarie ad evitare che le misurazioni siano falsate a causa sia di cedimenti (anche dei vincoli) o vibrazioni, estranei alle deformazioni che interessano, sia di variazioni termiche o igrotermiche dell'ambiente.

Il carico di prova sarà applicato in successive fasi. Tra due fasi consecutive deve trascorrere il tempo necessario a che la deformazione si dimostri stabilizzata.

La deformazione residua dovrà essere misurata subito dopo lo scarico e dopo un congruo periodo di tempo.

#### Interpretazione dei risultati

L'esito della prova sarà ritenuto soddisfacente quando:

- nel corso dell'esperimento non si siano prodotti dissesti, che menomino la sicurezza o la durata della struttura;
- la freccia osservata sotto il carico massimo sia nei limiti stabiliti dalla Direzione Lavori e comunque, non maggiore di quella teorica;
- la freccia residua allo scarico sia una modesta aliquota di quella osservata sotto il carico massimo. Quando ciò non sia, dovrà essere ripetuta finché la freccia residua all'ultimo ciclo sia praticamente scomparsa.

Qualora la Direzione Lavori o il Collaudatore, a loro insindacabile giudizio, lo ritenessero opportuno, si eseguiranno prove a rottura in sito o presso Laboratori Ufficiali.

L'onere di tutte le prove è a totale carico dell'Impresa.

## **2.11 STRUTTURE MURARIE**

### **2.11.1 Generalità**

È fatto divieto di iniziare qualsiasi muratura prima che la Direzione Lavori abbia dato il benestare circa il piano di appoggio.

Il proseguimento deve effettuarsi in modo uniforme assicurando il perfetto collegamento fra le varie parti o alle murature già esistenti e l'allineamento dei piani.

Si dovranno lasciare opportune immorsature, in relazione al materiale impiegato in caso di murature da riprendere in tempo successivo.

Durante l'esecuzione delle murature si dovranno lasciare tutti i necessari fori, canne, sfondi, incavi, vani ecc. per il passaggio e la installazione di ogni e qualsiasi impianto o infisso che normalmente interessa le costruzioni murarie e ancora per le eventuali installazioni specifiche che possono essere peculiari dell'opera in fase di realizzazione.

Sul piano di passaggio fra le murature entro terra e quella fuori terra si dovrà distendere uno strato di materiale impermeabilizzante secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Le murature in genere devono essere eseguite secondo le migliori regole d'arte e con esperta manodopera.

Le travi in ferro dei solai e voltine o a tavelloni devono essere rese solidali con i muri per almeno 2/3 dello spessore dei muri stessi.

Su tutti i muri portanti ed a ogni piano si dovranno eseguire cordoli o banchine in cemento armato di collegamento e di irrigidimento della costruzione secondo le prescrizioni di legge.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nel periodo di gelo, nel quale 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 murature possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno purché vengano adottati provvedimenti per difenderle dal gelo notturno.

Sulle aperture di vani per porte e finestre si devono eseguire i voltini o collocare gli architravi in cemento armato delle dimensioni da calcolare in relazione alla luce dei vani, spessore del muro e sovraccarico.

### **2.11.2 Proporzionamento statico delle murature.**

Il proporzionamento statico delle murature deve essere eseguito in conformità a quanto previsto dal Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 20/11/1987 pubblicato sul supplemento ordinario della Gazzetta Ufficiale n°285 del 5/12/1987.

Tutte le murature dovranno essere eseguite secondo i disegni esecutivi facenti parte integrante del progetto fornito dall'Amministrazione.

### **2.11.3 Modalità di esecuzione delle varie tipologie murarie**

Dovrà essere curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle voltine, sordine, piattabande, archi e dovranno essere ricavati tutti i necessari incavi, sfondi canne e fori:

- per ricevere le chiavi e i capochiavi delle volte, gli ancoraggi delle catene e 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, ecc.;
- per condutture elettriche di campanelli, di telefoni 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 sempre che queste costituiscano le strutture portanti del complesso da realizzarsi.

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 i muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

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 fine. 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 imposte per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con addentellati d'uso, sia col costruire l'originale delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

#### 2.11.3.1 Murature di mattoni

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per asperione. Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alterate 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 all'ingiro e riempia tutte le connessure. La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di mm.8 non minore di mm. 5 (tali spessori potranno variare in relazione della natura delle malte impiegate). I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro. Le malte da impiegarsi per la esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato. Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate 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 connessure orizzontali alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 mm. e previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavature.

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 connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di mm. 5 all'intradosso e mm. 10 all'estradosso.

#### 2.11.3.2 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 cm. 0 a 30, 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 nelle 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 scavi 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 cm. 30 dall'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 e 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.

#### **2.11.4 Integrazione e ripristino delle murature**

*Generalità* - Nei lavori di risanamento delle murature sarà privilegiato l'uso di tecniche edilizie che si riallacciano alla tradizione costruttiva riscontrabile nel manufatto in corso di recupero. Bisognerà evitare, soprattutto in presenza di decorazioni parietali, interventi traumatici e lesivi dell'originale continuità strutturale e l'utilizzo dei materiali diversi da quelli impiegati dall'antica tecnica costruttiva. Il ricorso a materiali analoghi agli originali, infatti, consente una più sicura integrazione dei nuovi elementi con il manufatto antico ed, inoltre, evita che si possa creare una discontinuità nelle resistenze fisiche chimiche e meccaniche.

##### **2.11.4.1 Ripristino delle murature mediante sostituzione parziale del materiale.**

###### **Tecnica del cuci e scuci**

L'obiettivo di questa lavorazione è quello di ripristinare l'originaria continuità strutturale degli elementi murari degradati mediante una graduale sostituzione che non interromperà, nel corso dei lavori, la funzionalità statica della muratura. L'Appaltatore, quindi, provvederà, delimitata la parte di muratura da sostituire, ad individuare le zone dei successivi interventi che dovranno essere alternati in modo da potere sempre disporre di un quantitativo sufficiente di muratura resistente. Aprirà una breccia nella prima zona d'intervento ricostruendo la porzione demolita con muratura di mattoni pieni e malta, ammorsando da una parte la nuova struttura con la vecchia muratura resistente e dall'altra parte lasciando le ammorsature libere di ricevere la successiva muratura di sostituzione. Dovrà, in seguito, inserire a forza fra la nuova muratura e la sovrastante vecchia muratura dei cunei di legno da sostituire, solo a ritiro avvenuto, con mattoni e malta fluida fino a rifiuto. Queste operazioni andranno ripetute per tutte le zone d'intervento.

##### **2.11.4.2 Fissaggio dei paramenti originali**

In presenza di porzioni superstiti di paramenti aderenti alla muratura, sia essa costituita da laterizi, tufi, calcari, e comunque realizzata (opera reticolata, incerta, vitata, listata, quasi reticolata, mista, ecc.), l'Appaltatore farà pulire accuratamente la superficie e rimuovere ogni sostanza estranea. Procederà, quindi, all'estrazione degli elementi smossi provvedendo alla loro pulizia e lavaggio ed alla preparazione

dei piani di posa con una malta analoga all'originale additivata con agenti chimici solo dietro espressa richiesta della D.L.. Eseguirà in seguito, la ricollocazione in opera degli elementi rimossi e la chiusura "sottosquadro" dei giunti mediante la stessa malta, avendo cura di sigillare le superfici d'attacco tra paramento e nucleo con malte preparate in modo idoneo. Se i paramenti dovessero risultare distaccati dal nucleo murario, l'Appaltatore dovrà procedere come descritto precedentemente ripristinando la continuità strutturale tra paramento e nucleo mediante iniezioni o colaggi di miscele fluide di malta a base di latte di calce e pozzolana vagliata e ventilata o altre mescole indicate dalla D.L.. In presenza di piccole lacune o mancanze limitate a pochi elementi si potrà provvedere all'integrazione con materiale antico di recupero.

Qualora si dovesse procedere alla ricostruzione di paramenti analoghi a quelli originali, detti paramenti verranno realizzati con materiali applicati in modo da distinguere la nuova esecuzione (sottosquadro, sopraquadro, inserimento di lamine di piombo, trattamento della superficie all'antica).

#### 2.11.4.3 Sigillatura delle teste dei muri

Per una buona conservazione delle strutture murarie, si dovrà prevedere la formazione di un opportuno volume sulla cresta delle murature. Tale volume si diversificherà a seconda del tipo, dello spessore e della natura della muratura. L'esecuzione di tale volume dovrà chiaramente distinguersi dalle strutture originarie pur accordandosi con esse. L'Appaltatore provvederà alla risarcitura, al consolidamento ed alla limitata ricostruzione della struttura per la rettifica e l'integrazione delle lacune secondo i modi indicati per i nuclei e paramenti quindi, procederà alla realizzazione di uno strato di conglomerato capace di sigillare e smaltire l'acqua piovana. Tale strato dovrà, in genere, essere eseguito armonizzando l'inerte, la pezzatura e la sagoma con l'originaria muratura sottostante mediante "bauletti" realizzati in "coccio pesto", malta bastarda e scaglie di mattoni, ecc.. Si potranno additivare le malte con prodotti di sintesi chimica solo dietro autorizzazione della D.L..

#### 2.11.4.4 Consolidamento di volte in mattoni o mattoncini con tessuti bidirezionali in fibra di vetro

Stuccatura accurata di eventuali lesioni o microlesioni della volta da effettuare con idonee malte e successivo puntellamento delle strutture oggetto dell'intervento.

Pulizia dell'estradosso con eliminazione totale di parti inconsistenti e di qualsiasi materiale che possa pregiudicare il buon aggrappo delle lavorazioni seguenti. Eliminazione totale della polvere dall'intera superficie da trattare da effettuare con aspirapolvere; nel caso in cui la superficie di applicazione del rinforzo si presenti molto irregolare, si provvederà a regolarizzarla con opportune malte idrauliche del tipo Kimia Betonfix RCA.

Applicazione sulla superficie trattata di primer a base di resina sintetica bicomponente in dispersione acquosa tipo Kimicover Fix o similari con un consumo minimo di 0,3 kg/m<sup>2</sup>. Il primer avrà la duplice funzione di consolidante per il supporto e di prepararlo alle successive lavorazioni.

Successiva stesura a spatola di adesivo epossidico tixotropico a due componenti esente da solventi tipo Kimitech EP-TX o similari con un consumo minimo di 3,5 kg/m<sup>2</sup>. Il prodotto avrà la funzione di livellare la superficie da rinforzare e di creare uno strato adesivo per la successiva applicazione del rinforzo.

Applicazione a fresco di tessuto di armatura bidirezionale in fibra di vetro da 300 g/m<sup>2</sup> tipo Kimitech LP 300 o similari. Il tessuto dovrà essere steso sulla massa resinosa nella direzione di progetto con rullo di ferro esercitando una leggera pressione facendo attenzione a non creare bolle d'aria.



Successiva impregnazione a fresco del tessuto in fibra di vetro con resina epossidica bicomponente fluida priva di solventi ed a bassa viscosità tipo Kimitech EP-IN o similari. Il prodotto sarà applicato a pennello o rullo in più mani e lentamente in modo che l'impregnazione del tessuto sia completa. Il consumo sarà di circa 0,8 kg/m<sup>2</sup>.

## **2.12 OPERE IN LEGNAME - LAVORI DI CARPENTERIA**

Tutti i legnami da impiegarsi in opere stabili da carpenteria (orditura di tetti, travature per solai, impalcature ecc.) dovranno essere lavorati con la massima cura e precisione, secondo ogni buona regola d'arte ed in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le giunzioni dei legnami dovranno avere la forma e le dimensioni prescritte ed essere nette e precise in modo da ottenere un esatto combaciamento dei pezzi che dovranno essere uniti. Non sarà tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno.

Le diverse parti componenti un'opera in legname dovranno essere fra loro collegate solidamente in tutti i punti di contatto mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, fasciatura di reggia o altro, in conformità ai disegni di progetto. Tutte le parti dei legnami che rimangono incassate nella muratura dovranno, prima della posa in opera, essere convenientemente spalmate di catrame vegetale o di carbonileum.

I tipi di essenze che si utilizzano nella ricostruzione sono: abete rosso e larice.

Tutte le essenze legnose appartengono alla classe di qualità prima, secondo le DIN 4074.

resistenza a flessione	$f_{m,k}$	= 30.0 N/mm <sup>2</sup>
resistenza a trazione parallela	$f_{t,0,k}$	= 18.0 N/mm <sup>2</sup>
resistenza a trazione perpendicolare	$f_{t,90,k}$	= 0.4 N/mm <sup>2</sup>
resistenza a compressione parallela	$f_{c,0,k}$	= 23.0 N/mm <sup>2</sup>
resistenza a compressione perpendicolare	$f_{c,90,k}$	= 5.7 N/mm <sup>2</sup>
modulo elastico medio parallelo	$E_{0,mean}$	= 12.0 N/mm <sup>2</sup>
modulo elastico 5° percentile parallelo	$E_{0,0.5}$	= 8.0 N/mm <sup>2</sup>
modulo elastico medio perpendicolare	$E_{90,mean}$	= 0.40 N/mm <sup>2</sup>
modulo tangenziale medio	$G_{mean}$	= 0.75 N/mm <sup>2</sup>

La massa volumica risulta pari a:

massa volumica 5° percentile	$\rho_k$	= 380 kg/mc
massa volumica media	$\rho_{mean}$	= 460 kg/mc

Per la carpenteria, travi, tavolati, morali, ecc., si utilizza legno di classe C30 di caratteristiche di resistenza e rigidezza riportate nelle EN 338 del 1997 e successive revisioni.